

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA O  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A REGIÃO  
LESTE/SUL DA ILHA DE SANTA CATARINA**

Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para obtenção de carga horária na disciplina CNM 5420 – Monografia.

Por: Catia Regina Nardes de Souza Moreira

Orientador: Profº José Antônio Nicolau

Área de Pesquisa: Microeconomia

Palavras-Chave:

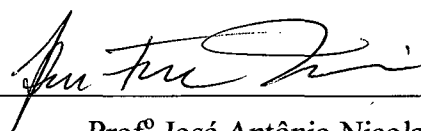
1. Bens Comuns
2. Externalidades
3. Recursos Hídricos

Florianópolis, setembro de 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

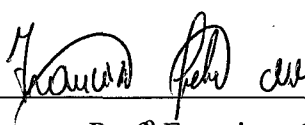
A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 8,0 à aluna Catia Regina Nardes de Souza Moreira na disciplina CNM 5420 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:




---

Profº José Antônio Nicolau  
Presidente



---

Profº Francisco Gelinski Neto  
Membro



---

Profº Luiz Augusto F. Maluf  
Membro



“O desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras. Assim, em última análise, o desenvolvimento sustentável depende do empenho político.”

“Nosso futuro comum”, 1998 – Agenda 21

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe *Ivanilde Negherbon*, pelo amor dedicado ao longo de minha existência e por todo sacrifício para proporcionar meus objetivos, tanto como pessoa, como também profissional.

Ao meu querido *Marcelo Teixeira Moreira*, pelo amor, dedicação, companheirismo e incentivo para a concretização de mais esta etapa de minha vida.

Ao meu estimável irmão *Evandro Nardes de Souza*, pela sua companhia nesses dias agitados.

À minha amiga *Karla Schmitt Silvério*, pela sua amizade e convivência durante o curso.

Ao professor *José Antônio Nicolau*, pela orientação para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos *Professores* do Departamento de Ciências Econômicas da UFSC, pela contribuição dada à minha formação acadêmica.

Ao professor *Renato de Mello* do Laboratório de Valoração Ambiental - LAVA do Departamento de Engenharia de Produção, pelos ensinamentos.

Ao professor *José Carlos Simonassi*, pela disponibilidade de materiais.

Ao engenheiro *Caminha* da CASAN, pela contribuição e contatos proporcionados que tornaram possível o desenvolvimento deste trabalho.

Aos *técnicos* da CASAN, pelas informações e importantes contribuições.

Ao engenheiro agrônomo *Guilherme Xavier de Miranda Júnior* da SDM, pela conversa que esclareceu minhas dúvidas.

Aos amigos *José Fernando Lewinger (economista)*, *Edgard Fernandes (geólogo)*, *Emerilson Gil Emerim (biólogo)*, que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE ANEXOS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
RESUMO.....	ix
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUÇÃO .....	1
1.1 - Problemática .....	1
1.2 - Objetivos .....	4
1.3 - Metodologia.....	5
CAPÍTULO II .....	7
AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS RECURSOS NATURAIS .....	7
2.1 – Valor, Custo e Preço de Mercado.....	7
2.2 – Bens Comuns e o Problema de Externalidade .....	13
2.3 – Técnicas de Valoração Econômica Ambiental.....	19
2.3.1 – Metodologias de Valoração Ambiental.....	20
2.3.2 – Análise Multicritério de Apoio à Decisão.....	22
CAPÍTULO III.....	24
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	24
3.1 – Abastecimento Público de Água no Município de Florianópolis.....	24
3.2 – Características de Ocupação da Lagoa do Peri .....	26
3.3 - Caracterização do Recurso Ambiental .....	29
3.4 – Legislação e Regulamentação.....	30
CAPÍTULO IV.....	33
AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA REGIÃO LESTE/SUL DA ILHA DE SANTA CATARINA .....	33
4.1 – O Problema de Utilização dos Recursos Naturais.....	33
4.2 – Recursos Hídricos Disponíveis para o Abastecimento da Região Leste/Sul da Ilha.....	35
4.3 – Cenários para Exploração de Água para Abastecimento Público .....	39
4.4 - Aplicação do Método Multicritério.....	43
4.5 - Análise dos Cenários.....	44
CAPÍTULO V .....	47
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
ANEXOS .....	52

**LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA LAGOA DO PERI.....53**

**ANEXO 2 – FOTOS.....54**

**ANEXO 3 – MÉTODO MULTICRITÉRIO.....58**

**ANEXO 4 – CENÁRIOS.....63**

**ANEXO 5 – MEMÓRIA DE CÁLCULO.....71**

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1 – ASPECTOS DOS BENS QUANTO À RIVALIDADE E EXCLUSÃO NO CONSUMO.</b> .....	15
<b>TABELA 2 - POPULAÇÃO ABASTECIDA PELO SISTEMA CUBATÃO/PILÕES</b> .....	25
<b>TABELA 3 - POPULAÇÃO ABASTECIDA PELOS SISTEMAS COSTA NORTE E COSTA LESTE/SUL</b> .....	26
<b>TABELA 4 – PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO TOTAL</b> .....	34
<b>TABELA 5 – CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS POÇOS TUBULARES EXISTENTES NO BALNEÁRIO CAMPECHE</b> .....	38
<b>TABELA 6 – SÍNTESE DOS CENÁRIOS</b> .....	41
<b>TABELA 7 – APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS CENÁRIOS PROPOSTOS.</b> .....	43
<b>TABELA 8 – DESCRITOR DO PVE IMAGEM NO MERCADO</b> .....	58
<b>TABELA 9 – NÍVEIS DE IMPACTO E FUNÇÃO DE VALOR ORIGINAL DO PVE 3.2 – IMAGEM NO MERCADO</b> .....	60
<b>TABELA 10 – NÍVEIS DE IMPACTO E FUNÇÃO DE VALOR TRANSFORMADA DO PVE 3.2 – IMAGEM NO MERCADO.</b> .....	61

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1 – CURVAS DE OFERTA E DE DEMANDA.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 2 – NOVO EQUILÍBRIO DAS CURVAS DE OFERTA E DE DEMANDA. ....</b>	<b>10</b>
<b>FIGURA 3 – EXCEDENTE DO CONSUMIDOR. ....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA 4 – EXCEDENTE DO PRODUTOR. ....</b>	<b>12</b>
<b>FIGURA 5 – CURVAS DA DEMANDA E OFERTA PARA BENS PÚBLICOS. ....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 6 – RECURSOS DE PROPRIEDADE COMUM. ....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 7 – EFICIÊNCIA A PARTIR DE UMA GESTÃO UNIFICADA. ....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 8 – LIMITE PADRÃO E OS IMPOSTOS. ....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 9 – ÁRVORE DE PONTOS DE VISTA DO EXEMPLO DA COMPRA DO CARRO. ....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 10 – AEROFOTO SOBRE A REGIÃO DA LAGOA DO PERI.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 11 – ESCALA QUE REPRESENTA A FUNÇÃO DE VALOR DO DECISOR.....</b>	<b>58</b>

## **RESUMO**

O presente estudo visa caracterizar e analisar as alternativas de recursos hídricos disponíveis para o abastecimento público da região leste/sul da ilha de Santa Catarina. Para tanto, adotou-se a teoria microeconômica de bens comuns e externalidades, visto que a água é um bem de uso comum e não possui um valor de mercado, podendo ocorrer o sobre-uso do recurso, gerando externalidades negativas.

Como subsídios para a elaboração de critérios de avaliação de alternativas, construiu-se cenários que possibilitaram a determinação dos valores econômicos. Considerou-se em todos os cenários o tratamento de esgoto, pois desta forma foi possível determinar o custo de reposição da água, supondo que a população da região leste/sul da ilha estaria disposta a pagar (DAP – Disposição a Pagar do método de valoração contingente) em unidades monetárias para a preservação do meio ambiente. Através da metodologia multicritério, avaliou-se a melhor alternativa no ponto de vista econômico e ecologicamente sustentável para o abastecimento da região leste/sul da ilha. Finalmente, foram analisados os cenários, considerando qual destes seria o ideal para uma utilização sustentável do recurso hídrico.

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 - Problemática

A água é um bem essencial tanto para a existência, como para a manutenção de toda a vida no planeta. “É um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico” (Art. 1º da Lei dos Recursos Hídricos 9.433/97). Apesar da água ser dotada de valor econômico, ainda não pagamos a água propriamente dita, o que pagamos é a sua distribuição e tratamento. Porém, já foi aprovada a lei 9.433/97 que regulamenta a cobrança pelo uso da água, instituindo a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Alguns estados brasileiros já aprovaram leis instituindo seus respectivos Sistemas de Gestão (Machado, 1998, p. 351).

Segundo Machado (Id., p. 385), a cobrança pelo uso da água contempla três objetivos: I – reconhecimento da água como um bem econômico e fornecer ao usuário uma indicação de seu real valor; II – incentivar a racionalização de seu uso; e III – gerar recursos financeiros para financiar programas e intervenções conforme os Planos de Recursos Hídricos do artigo 19 da lei 9.433/97. A crescente demanda no uso da água para abastecimento público, industrial, irrigação e como receptora dos esgotos, tem causado deterioração na qualidade do seu grau de potabilidade. Nos países desenvolvidos, as águas superficiais apresentam-se contaminadas, obrigando-os a utilizarem águas subterrâneas. Nos grandes aglomerados urbanos, como exemplo São Paulo, cada habitante consome água em média 450 litros/dia (Rebouças apud Borges, 1991, p. 12). Em Florianópolis, a taxa de consumo por habitante é de aproximadamente 250 litros/dia, sendo que a média para o Estado de Santa Catarina é de 265 litros/habitante/dia (CASAN, 1995).

Para Borges (1996, p. 12-13), o excesso de captação de água dos mananciais subterrâneos, sem controle do equilíbrio recarga/descarga, resulta em um rebaixamento do nível do lençol freático<sup>1</sup>, reduzindo o rendimento do aquífero<sup>2</sup> e possibilitando a

---

<sup>1</sup> Depósito natural de água no subsolo. Fonte: Atlas Ambiental da Região de Joinville, 2002.

<sup>2</sup> Porção do subsolo capaz de armazenar e fornecer água. Fonte: Atlas Ambiental da Região de Joinville, 2002.



contaminação e poluição. Outra consequência devido ao excesso de bombeamento é a interface entre água doce e salgada, em ambiente litorâneo, que poderá acarretar em salinização do aquífero.

A partir da década de 70, o município de Florianópolis passou por um considerável crescimento, impulsionado pela instalação de órgãos públicos. Constituíram-se os loteamentos Santa Mônica e Jardim Anchieta, destinados à classe média (na maioria funcionários públicos) e incrementou-se a verticalização das construções na zona central. E a partir da década de 80, o processo de ocupação direcionou-se para a bacia do Itacorubi, e na década de 90 para os balneários da ilha, exceto algumas praias que já haviam iniciado este processo como Jurerê, praia Brava, Canasvieiras, Cachoeira do Bom Jesus, Ingleses e Lagoa da Conceição (Guimarães, 1999, p. 58).

Segundo o relatório do CECCA – Centro de Estudos Cultura e Cidadania (1996, p. 118), cerca de 40% do território do município de Florianópolis é composto por áreas não urbanizáveis devido às legislações ambientais e urbanísticas. Neste caso, somente a metade do território poderia ser ocupado. Para Guimarães (1999, p. 66), como a população depende de recursos naturais para promover o desenvolvimento, é essencial buscar alternativas ao crescimento populacional exacerbado e a elaboração de propostas de desenvolvimento que contemplem a sustentabilidade ao município.

Atualmente a região leste/sul da ilha tem sido alvo de crescimento populacional, onde principalmente a região da planície do Campeche está sendo considerada como zona de expansão urbana devido à beleza natural, proximidade do centro e por ser relativamente ainda pouco habitada<sup>3</sup>. Com intuito de organizar o crescimento, os órgãos públicos responsáveis pelo planejamento urbano, vem tentando aprovar um Plano Diretor, o qual é conhecido como Planície Entremares.

O fornecimento de água é condição *sine-qua-non* para o desenvolvimento urbano, portanto, para atender este aumento de demanda que vem ocorrendo na região em questão, a Prefeitura Municipal de Florianópolis e FLORAM – Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis, através de concessão permitiu que a CASAN - Companhia Catarinense de Água e Saneamento fizesse uso do recurso ambiental com o fim de abastecimento de água potável, a partir de dezembro de 2000. Até então, a CASAN, abastecia a região através da captação de água subterrânea por meio de poços artesianos.

---

<sup>3</sup> Atualmente nesta região ocorre loteamento de grande parcela de terras à revelia, ou seja, sem a aprovação de um Plano Diretor.

Segundo informação da CASAN obtida na pesquisa de campo para este estudo, existem atualmente apenas dois poços em operação, sendo que o restante estão desativados, e que somente entram em operação em períodos sazonais, ou seja, no verão.

Segundo o estudo de Pôssas (1998), o cálculo do balanço hídrico para os últimos 30 anos em Florianópolis resultou na ocorrência de períodos com deficiência hídrica. Entretanto, se a população aumentar nas proporções estimadas pela CASAN, o manancial da Lagoa do Peri certamente não suportará a captação de 400 l/s (vazão que se pretende captar no futuro) devido ao comprometimento da reposição hídrica. Outro agravante é a contaminação e poluição do manancial da lagoa, do lençol freático e do aquífero existentes na região, devido à falta de tratamento do esgoto doméstico.

É importante destacar, que uma parte da população da região leste e sul da ilha utiliza a prática de captação de água por poço artesiano individual, e que tal uso pode tornar-se comprometido devido à utilização de sistema de fossa sépticas ou latrinas/córregos (moradores de baixa renda). O risco de contaminação da água tornar-se-á ainda maior, com o crescimento urbano (IPUF, 1997, p. 34).

Conforme a Agenda 21 (1996, p. 352), os excrementos e esgotos humanos são as causas importantes da deterioração da qualidade da água e que é essencial a introdução de tecnologias disponíveis apropriadas e a construção de instalações de tratamento de esgoto para possibilitar uma melhora significativa.

O lançamento de esgotos na água pode causar várias doenças às pessoas que a ingerem ou a utilizam para outros fins. Ainda resulta em desequilíbrio ecológico, prejudicando peixes e outros seres aquáticos ou terrestres. Entretanto, a questão do tratamento de esgoto é de extrema importância e deve ser levado em consideração neste estudo, como forma de mitigação dos problemas ambientais causados.

A atribuição de valor aos recursos naturais, com o objetivo de se avaliar os custos ambientais tem sido, atualmente, objeto de pesquisas importantes no campo da ecologia política e da economia ambiental, tendo sido amplamente usada nos países desenvolvidos e, com menor frequência, nos países em desenvolvimento. Na verdade, trata-se de uma ferramenta de análise e avaliação de projetos e de políticas públicas, muito particularmente aqueles que desencadeiam impactos ambientais.

Neste sentido, os estudos e as aplicações das metodologias de valoração ambiental são ainda pouco freqüentes no Brasil, e restringem-se, de modo geral à área de recursos

hídricos, ainda assim, utilizando-se de uma abordagem pontual na qual apresentam um caráter isolado. A determinação de preços "reais", ou seja, que considere os custos de produção e também os custos sociais é de grande importância para permitir internalizar as externalidades ambientais provocadas pelas atividades humanas ou, mais especificamente, pelo uso dos recursos hídricos. Estes preços podem não ser necessariamente cobrados, mas devem, pelo menos, ser efetivamente considerados nos processos de tomada de decisão.

## **1.2 - Objetivos**

O objetivo geral deste estudo será caracterizar os elementos relevantes para o estudo da utilização dos recursos hídricos para o abastecimento de água para a região leste/sul da ilha de Santa Catarina.

Os objetivos específicos serão:

- a) Avaliar, por métodos de cálculos, através da construção de cenários ideais, as melhores alternativas para a exploração do recurso hídrico como fonte de abastecimento para a região leste/sul da ilha;
- b) Avaliar os impactos sobre o meio ambiente e o custo das medidas mitigadoras destes, considerando o descarte da água pelo sistema sanitário;
- c) Aplicar a metodologia multicritério para o estabelecimento de relações entre variáveis econômicas e ambientais.

Neste estudo será dado maior ênfase à Lagoa do Peri, devido ao fato desta ser o maior manancial de água doce da ilha, por estar localizada na região em questão e também por ser alvo de grandes polêmicas em relação ao seu uso para o abastecimento público.

Para tanto, o estudo se limitará à análise econômica do impacto ambiental causado pela captação das águas da lagoa realizada pela CASAN. Serão levantados dados e outras informações relativas aos aspectos relevantes associados ao processo de retirada de água da lagoa, para se tentar compreender e avaliar de que forma este processo afeta o meio ambiente e é por ele afetado.

### 1.3 - Metodologia

Como metodologia, adotou-se a teoria microeconômica sobre bens comuns e externalidades, bem como as metodologias correntes nas pesquisas sobre economia ambiental, em particular, através da referência a determinados conceitos de valoração ambiental fundamentados na teoria neoclássica de bem-estar e ferramentas empregadas pela metodologia multicritério de apoio à decisão.

Nesse sentido, pretende-se avaliar quatro cenários possíveis, cada um com uma solução que resolveria o problema de abastecimento de água para a região. Serão estimados os custos financeiros envolvidos na implementação dessas soluções. Uma vez de posse de tais dados, pretende-se adaptar as ferramentas da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão como complemento ao método, dando uma pontuação para cada característica inerente ao sistema de abastecimento de água. Cumpre frisar que não será aplicado o método na íntegra, pois seria preciso que todos os passos, principalmente aqueles relacionados à identificação dos critérios e pesos, fossem validados junto aos decisores.

Será utilizada algumas premissas do método de Valoração Contingente através da DAP (Disposição a Pagar) em unidades monetárias, para a preservação do meio ambiente. Para tanto, a população pagaria pelo tratamento de esgoto da região, evitando desta maneira a poluição do lençol freático, do aquífero e da Lagoa do Peri. Esse aspecto estará refletido nos cenários, os quais serão os seguintes:

- a) Utilização dos Mananciais Pilões/Cubatão<sup>4</sup>, com tratamento de esgoto;
- b) Utilização do Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto;
- c) Utilização da água da Lagoa do Peri à uma vazão de 200 l/s com o complemento do Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto;
- d) Utilização da água da Lagoa do Peri à uma vazão de 400 l/s com o complemento do Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto.

Os custos de implantação das redes adutoras e de esgoto serão estimados para horizontes de tempo de 0, 10 e 20 anos. Será estimada a utilização de água de outros

---

<sup>4</sup> Os rios que formam os mananciais Pilões/Cubatão passam pelos municípios de Águas Mornas, Santo Amaro da Imperatriz e Palhoça.

mananciais que não o da Lagoa do Peri e os custos envolvidos na implantação de uma rede adutora para trazer a água à região.

Para a realização deste estudo, serão coletados dados secundários junto à CASAN, utilização de bibliografias da teoria neoclássica e da análise multicritério, consultas à legislação, regulamentação e plano diretor, pesquisa de campo e também conversas informais com profissionais da CASAN, SDM – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente e IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

As limitações para a realização deste estudo foram a falta de dados sobre os custos operacionais do sistema de bombas e estações de tratamento de água; carência de estudos aprofundados que informassem a real capacidade dos recursos hídricos para a utilização no abastecimento público; carência de dados sobre os reais custos da estação de tratamento de água e esgoto, uma vez que estes têm sua caracterização específica sobre cada região de captação.

## CAPÍTULO II

### AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS RECURSOS NATURAIS

A microeconomia propõe-se a explicar e prever o comportamento dos agentes econômicos individuais, sejam estes consumidores, trabalhadores, proprietários de recursos e empresas. É importante, que primeiramente (seção 2.1) entenda-se o conceito de valor, custo e preços de mercado e o fundamento da demanda e da oferta. Em seguida, na seção 2.2 é apresentada a teoria relacionada aos bens comuns e externalidades, o excedente e o bem-estar. E na seção 2.3, de forma sucinta é tratado o método multicritério de apoio à decisão e as principais metodologias existentes para valoração econômica ambiental.

#### 2.1 – Valor, Custo e Preço de Mercado

O mercado é o resultado da interação entre compradores, os quais demandam bens e serviços, e os vendedores, que demandam trabalho, capital e matérias-primas, com o objetivo de produzir bens e serviços para ofertarem aos compradores (Pindyck e Rubinfeld, 1994, p. 13). Portanto, é no mercado que são realizadas as trocas entre compradores e vendedores e as mercadorias são ofertadas e demandadas em certas quantidades e por determinados preços.

A microeconomia trata do comportamento dos mercados competitivos, em que nenhum agente econômico individual influencia nos preços, o que faz prevalecer um único preço, ou seja, o preço de mercado, e dos mercados não-competitivos, nos quais os preços são influenciados pelos agentes econômicos individuais, existindo diferentes preços para uma mesma mercadoria.

Cabe ressaltar que o preço de mercado de várias mercadorias pode sofrer variações ao longo do tempo. Nos mercados competitivos as variações podem ocorrer rapidamente, como exemplo, o mercado de ações. Neste mercado, existem muitos compradores e vendedores para qualquer ação. O preço varia de minuto a minuto, podendo subir ou cair substancialmente ao longo de um único dia (ibid., p. 14-15).

As fronteiras de um mercado são definidas em termos geográficos e em termos de faixa de produtos que estão inseridos neste. Um critério para determinar a extensão de um mercado é através dos preços dos produtos em diversas regiões geográficas ou para diferentes tipos de produtos, caso sejam aproximadamente os mesmos ou se variam em conjunto. Ocorrendo um ou outro, os produtos podem ser considerados como parte do mesmo mercado (ibid., p. 15-16).

Para comparar-se preços ao longo do tempo, é imprescindível fazer a correção, eliminando a inflação. Tal prática, obtém os preços reais, sendo o preço relativo a uma medida agregada dos preços (a mais utilizada é o IPC – Índice de Preços ao Consumidor). Já o preço nominal, é o preço absoluto de um produto num mercado a qualquer ponto no tempo, contrastando com o preço real. Para compreender o mecanismo de mercado é importante discorrer sobre os fundamentos da oferta e da demanda.

A demanda é a quantidade de um bem ou serviço que um consumidor deseja e está disposto a comprar por um determinado preço. Os consumidores podem vir a demandar quantidades maiores se os preços forem mais baixos.

A oferta é a quantidade de um bem ou serviço produzido e ofertado no mercado por determinado preço e em determinado período de tempo. Quanto mais alto for o preço, um maior número de empresas terão interesse em produzir e vender no mercado. A figura 1 apresenta a intersecção no ponto de preço e quantidade de equilíbrio das curvas de demanda e de oferta.

O mercado está em equilíbrio ao preço  $P_0$  e quantidade  $Q_0$ . Se o preço for mais alto ( $P_1$ ), gera um excedente de oferta, ocasionando queda do preço, e se o preço for mais baixo ( $P_2$ ), gera uma escassez, pressionando desta forma, à uma elevação dos preços.

As curvas de oferta e demanda podem modificar-se tanto nas quantidades, como nos preços de mercado, devido à existência de variáveis que também podem determiná-las, tais como, salários, custos de capital, renda, etc.

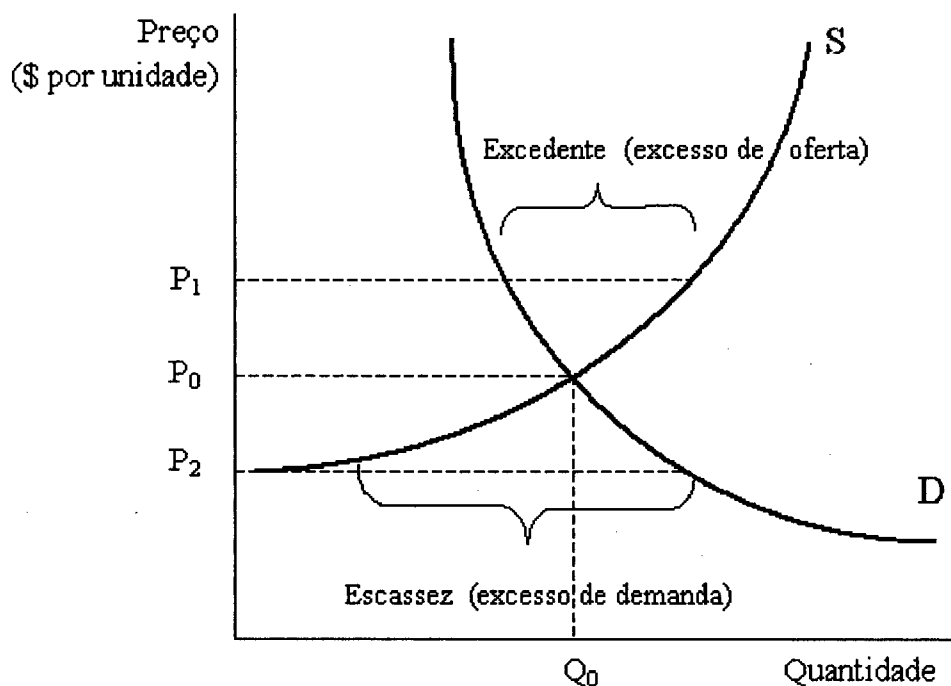


Figura 1 – Curvas de Oferta e de Demanda.

Fonte: (Pindyck e Rubinfeld, 1994, p. 25)

As condições de mercado podem ainda se modificar em consequência dos controles de preços através de uma intervenção governamental, criação de impostos ou concessão de subsídios.

Quando o governo decide controlar os preços, ele pode aplicar um preço-teto máximo, menor do que o preço de equilíbrio do mercado. Neste caso, os produtores passam a ofertar quantidades menores e os consumidores demandam maiores quantidades, dado o preço mais baixo. A atitude destes últimos resulta numa demanda excedente à oferta, gerando uma escassez de oferta ou excesso de demanda.

As modificações das condições do mercado provocam deslocamento das curvas de oferta e de demanda, resultando num novo ponto de equilíbrio (figura 2).



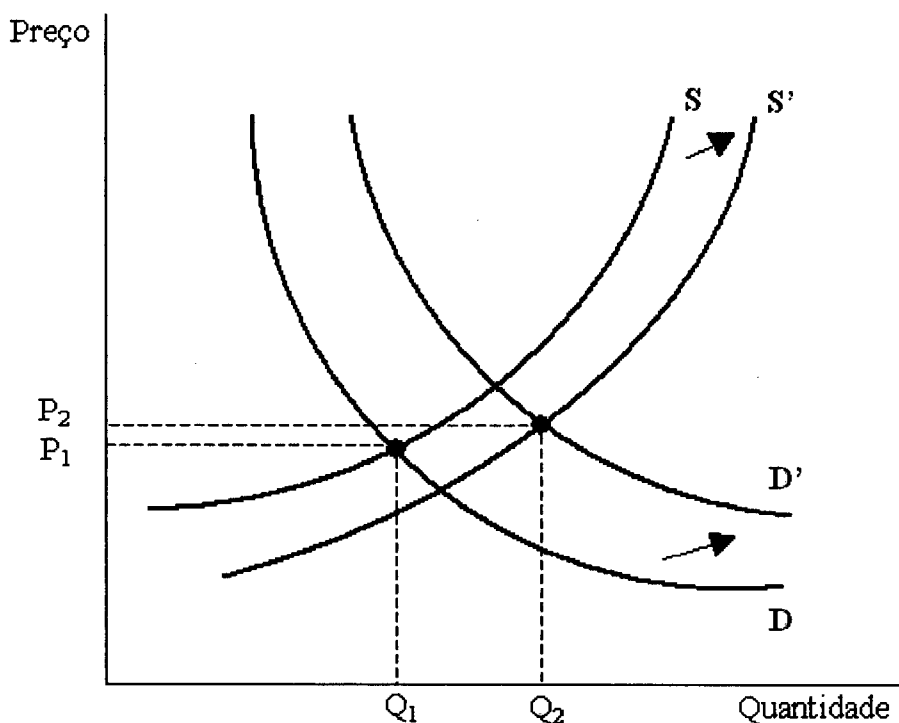


Figura 2 – Novo Equilíbrio das Curvas de Oferta e de Demanda.

Fonte: (Pindyck e Rubinfeld, 1994, p. 25)

A economia do bem-estar refere-se ao nível de utilidade, ou seja, qual o conjunto de soluções eficientes para alocação dos recursos. Para tanto, é preciso escolher o “ótimo” entre as alternativas deste conjunto (Miller, 1943, p. 439).

O termo “ótimo” refere-se à maximização do valor econômico de um determinado conjunto de recursos. A alocação ótima dos recursos é também conhecida como condição de Pareto. Considerando um mercado qualquer, pode-se dizer que a condição de Pareto é satisfeita, quando para um indivíduo ganhar, um outro tem que perder.

Segundo Miller (1943, p. 451), para se avaliar o conceito de bem-estar é necessário entender o excedente do consumidor, que é uma parte real do bem-estar econômico.

O excedente do consumidor mede o nível de bem-estar das pessoas ao adquirir uma mercadoria. Os consumidores atribuem valores diferenciados para cada mercadoria e o valor máximo que pagariam pelas mercadorias seria igualmente diferenciado (Pindyck e Rubinfeld, 1994, p. 144).

“Excedente do consumidor é a diferença entre o preço que um consumidor estaria disposto a pagar por uma mercadoria e o preço que realmente paga ao adquirir tal mercadoria.” (ibid., p. 144)

Conforme ilustrado na figura 3, o excedente do consumidor é a diferença resultante do benefício total obtido pelo consumo de uma mercadoria e o custo total de aquisição (preço de mercado).

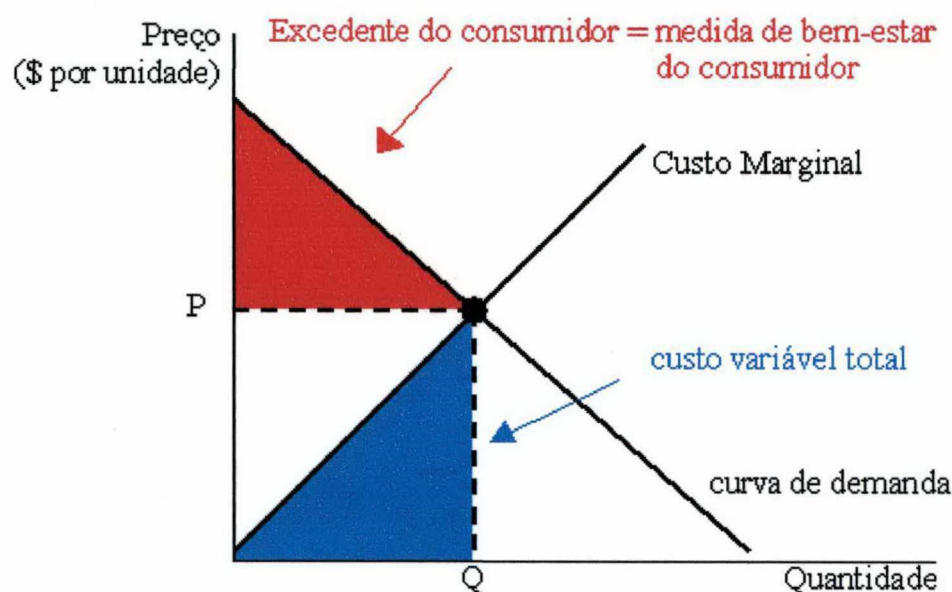


Figura 3 – Excedente do Consumidor.

Fonte: Elaboração própria, baseada em Pindyck e Rubinfeld, 1994.

Portanto, através da curva de demanda, verifica-se o valor que o consumidor obtém adquirindo uma mercadoria.

Uma empresa ao tomar uma decisão de produção, deve levar em consideração os custos dos fatores de produção. Os custos podem ser fixos (independem do volume da produção) ou variáveis (dependem do volume da produção). Desta forma, os custos totais da produção são iguais os custos fixos mais os custos variáveis.

Para uma decisão de quanto produzir, as empresas precisam determinar como os custos variáveis aumentam com a elevação do nível de produção. Tal determinação pode ser obtida através do custo marginal, o qual é o aumento do custo devido a produção de uma unidade a mais do produto (ibid., p. 262). Na figura 3, a curva de oferta é igual ao custo marginal (CMg). O custo marginal é determinado apenas pelos custos variáveis, pois os custos fixos não variam de acordo com a produção. Outro custo que deve ser considerado numa tomada de decisão de produção é o custo médio, o qual é o custo por unidade de produto. O custo médio pode ser:

- a) Custo fixo médio =  $CF$  (custo fixo) /  $Q$  (nível de produção)
- b) Custo variável médio =  $CV$  (custo variável) /  $Q$  (nível de produção)
- c) Custo total médio =  $CT$  (custo total) /  $Q$  (nível de produção)

O custo total médio, informa o custo unitário da produção (ibid., p. 264).

O conceito de excedente do produtor é análogo ao excedente do consumidor, pois se o custo marginal aumenta, o preço do produto se torna superior ao custo marginal para cada unidade produzida. Isto somente não ocorre para a última unidade produzida (ibid., p. 338).

“O excedente do produtor de uma empresa é a soma para todas as unidades de produção da diferença entre o preço de mercado de uma mercadoria e o custo marginal de sua produção.” (ibid., p. 338)

Conforme a figura 4 ilustra, o nível de produção que maximiza os lucros é  $q^*$ , sendo  $P = CMg$ . O excedente do produtor está situado abaixo do preço de oferta e acima da curva de custo marginal. Assim, a soma dos custos marginais para cada nível de produção é igual a soma dos custos variáveis. Desta forma, pode-se definir o excedente do produtor como a diferença entre a receita da empresa e seu custo variável total (ibid., p. 338).

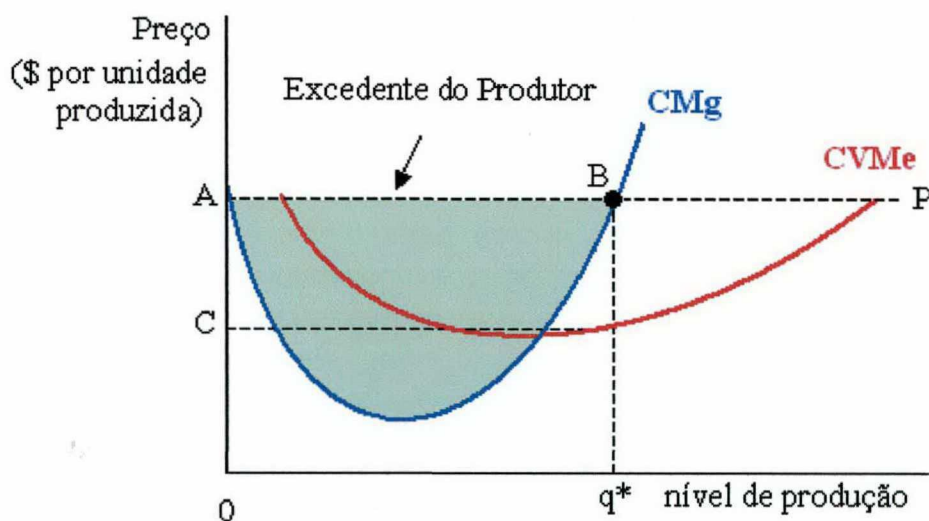


Figura 4 – Excedente do Produtor.

Fonte: Pindyck e Rubinfeld, 1994, p. 339.

Até o momento, tratou-se sobre o mercado dos bens privados. A figura 5 ilustra a distribuição dos excedentes entre os agentes. Mas, é importante ressaltar que para os bens

comuns, deve ser levado em consideração além dos custos marginais privados, também os custos sociais associados à externalidade. Este assunto é tratado na seção 2.2, a seguir.

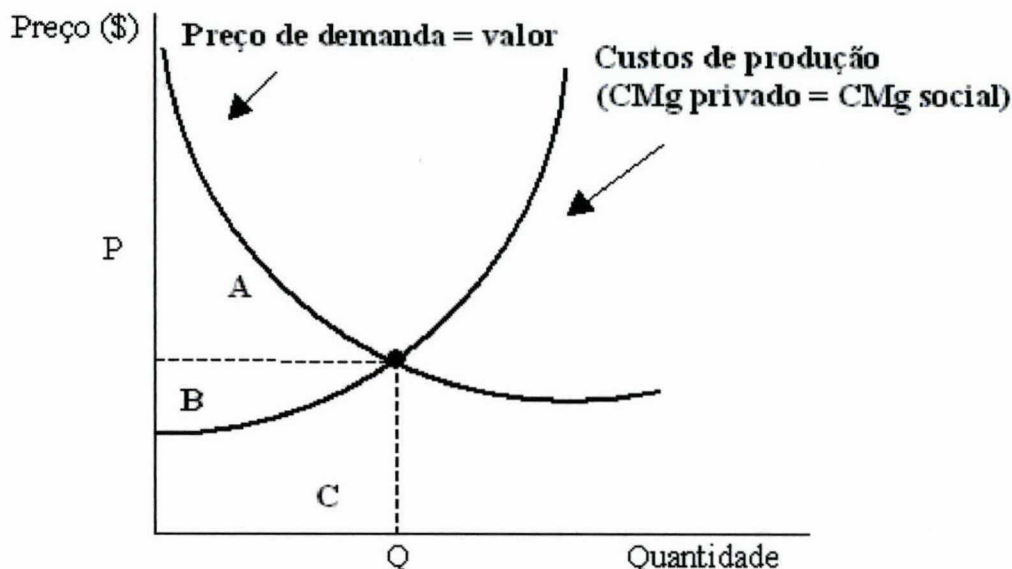


Figura 5 – Curvas da demanda e oferta para bens públicos.

Onde:

A = Excedente do Consumidor

B = Excedente do Produtor

C = Custos variáveis de produção

$B + C$  = Gasto = Receita

$A + B$  = Bem-estar social

Fonte: Elaboração própria, baseada em Pindyck e Rubinfeld, 1994.

## 2.2 – Bens Comuns e o Problema de Externalidade

### a) Rivalidade e Exclusão

Como o mercado privado não é estimulado a produzir bens e serviços públicos, determinado produto pode não ser ofertado ou seu preço não ser correto quando este já encontra-se disponível para ser vendido. Bens públicos são bens que devem ser fornecidos pelo poder público na mesma quantidade para todos os consumidores. Por exemplo: ruas, calçadas, a defesa nacional, etc. É importante ressaltar, que nem tudo o que o governo oferece é gratuito. Exemplo: educação, saúde, transporte, etc.

A eficiência da produção de bens privados é obtida quando o benefício marginal e o custo marginal se igualam, sendo o benefício marginal obtido pelo benefício recebido pelo consumidor. Para os bens comuns, o princípio é o mesmo, porém o benefício marginal é



obtido através da soma dos valores que cada usuário está disposto a pagar para cada unidade adicional produzida.

A produção ineficiente ocorre quando o bem ou serviço público é não-exclusivo, permitindo que indivíduos atuem como caroneiros, ou seja, usufruem do bem ou serviço sem pagar pelos benefícios.

Os bens comuns podem ser não-rivais ou rivais. Um bem é não-rival quando qualquer nível de produção, o custo marginal da produção é zero para um consumidor adicional. Por exemplo:

“Considere a utilização de uma auto-estrada durante um período de pouco volume de trânsito. Pelo fato de que a auto-estrada já existir e de não haver congestionamentos, o custo adicional de sua utilização é igual a zero.” (ibid., p. 871)

Conforme o exemplo, um consumidor adicional não interferirá no consumo de outros consumidores. Neste caso é um bem não-rival. Mas em determinado momento, em que houver congestionamento, cada consumidor adicional implicará em custos para outros consumidores, tornando-se então em um bem rival. Desta forma, um bem não-rival pode se transformar em um dado momento, em um bem rival. Um bem rival, resulta em custo marginal da produção adicional positivo. Exemplo: a água é um bem rival, pois cada consumidor adicional, elimina a possibilidade de outro consumidor usufruir deste bem. Os bens comuns, são não-exclusivos, ou seja, as pessoas não podem ser excluídas do consumo. É difícil ou até impossível cobrar pelo uso destes bens, visto que podem ser utilizados sem a necessidade do pagamento direto.

A tabela 1 ilustra os aspectos dos bens quanto à rivalidade e exclusão no consumo e apresenta um exemplo para cada um destes.

Tabela 1 – Aspectos dos bens quanto à rivalidade e exclusão no consumo.

	Exclusivo	Não-Exclusivo (Bens comuns)
Rival	<p><b>Bens privados</b></p> <p>Os direitos de propriedade para os bens privados são definidos e assegurados, sendo possível a permuta por outros bens através do mercado. Neste caso, o consumo de uma pessoa elimina a possibilidade de consumo de outra. Desta forma está havendo rivalidade no consumo.</p> <p>Exemplo: quando uma pessoa adquire um automóvel, está excluindo a possibilidade de outra pessoa de adquiri-lo. Então, o automóvel é um bem rival e exclusivo. Não há externalidade.</p>	<p><b>Bens comuns</b></p> <p>Os bens comuns podem ser utilizados por todos. Em decorrência do acesso ser fácil, podem ocorrer externalidades negativas devido ao uso em excesso.</p> <p>Exemplo: o ar, pode ser utilizado por todos sem limitações, porém poderá tornar-se rival se forem emitidos poluentes prejudicando a qualidade e a possibilidade de outras pessoas desfrutarem de seu uso.</p> <p>Problema: Externalidade negativa devido ao sobre-uso.</p>
Não-Rival (Bens públicos)	<p><b>Bens de clube</b></p> <p>Várias pessoas podem usufruir do bem ao mesmo tempo. Um consumidor adicional não afeta o uso de outros consumidores, porém a exclusão poderá existir através de alguma forma de cobrança.</p> <p>Exemplo: uma emissora de TV poderá excluir as pessoas através de uma codificação do sinal e da cobrança pelo uso de um aparelho que permita a decodificação.</p> <p>Uso em condomínio ou sob administração centralizada.</p>	<p><b>Bens públicos</b></p> <p>Todas as pessoas podem usufruir ao mesmo tempo (não-rivalidade) sem causar custo marginal adicional, e ninguém pode ser excluído da utilização.</p> <p>Exemplo: o farol marítimo, a defesa nacional, os quais são bens públicos e a cobrança ou a exclusão pela sua utilização seria difícil.</p> <p>Bens ofertados pelo poder público.</p>

Fonte: Elaboração própria baseada em Pindyck e Rubinfeld, 1994, p. 871-873.

## b) Bens Comuns

Bens comuns são os bens a que todos têm o livre acesso, ou seja, ninguém pode ser excluído do consumo (Eaton, 1999, p. 563). Entretanto, como os bens comuns podem ser utilizados por qualquer pessoa, geralmente surgem as externalidades, pois pode ocorrer a utilização em excesso. Exemplos: ar, água, flora, fauna, exploração e extração mineral.

Como ilustração de bens comuns temos na figura 6, uma função de produção  $Q_p = f(n^\circ \text{ de barcos})$ . Considerando que novos pescadores estarão dispostos a pescar em um lago, observa-se que a partir de  $Q^*$  barcos, ocorre um rendimento negativo. Cada pescador individual não leva em consideração, em sua tomada de decisão, os efeitos de sua atividade sobre os demais. Não levando-se em consideração os custos sociais do esgotamento do estoque de peixes, conseqüentemente geram-se externalidades negativas, pois a pescaria é de uso comum, e é acessível a todos.

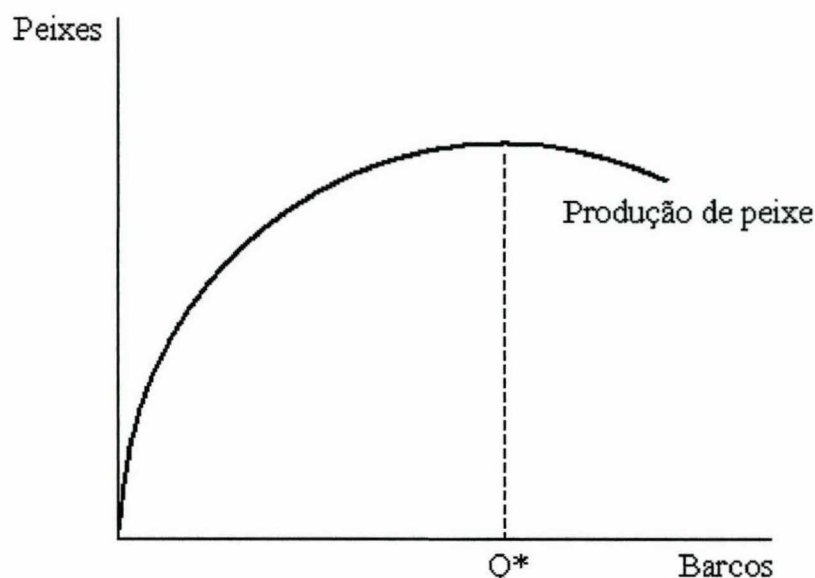


Figura 6 - Recursos de propriedade comum.

Fonte: Elaboração própria, baseada em Pindyck e Rubinfeld, 1994.

A figura 7 ilustra que o nível eficiente de utilização do recurso seria em  $Q^*$ , pois neste ponto o valor do rendimento marginal = custo marginal. Porém, em  $Q^*$  ainda haveria incentivo para entrada de novos barcos na área de pesca, uma vez que  $VPMe > CMg$ . A tendência, portanto, seria o sobre-uso da área de pesca, com o emprego de  $Q_1$  barcos.

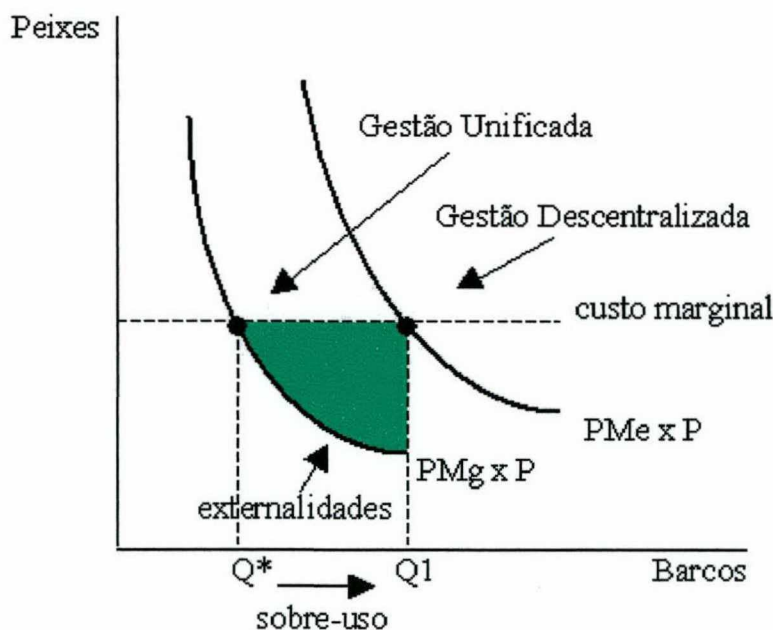


Figura 7 – Eficiência a partir de uma gestão unificada.

Fonte: Elaboração própria, baseada em Pindyck e Rubinfeld, 1994.



A solução para este problema, seria a concessão do direito para que um único proprietário administre o recurso. O proprietário poderia ser o governo ou então uma empresa privada sob regulamentação do governo (Pindyck e Rubinfeld, 1994, p. 867-869).

### **c) Externalidades**

As externalidades são resultados das atividades de produção e consumo, não refletidos diretamente no mercado (ibid., p. 843). Em se tratando de bens comuns, estes podem beneficiar todos os consumidores, dada a oferta no mercado insuficiente ou totalmente inexistente. Ambos constituem desvios de mercado, os quais são relevantes, originando sérias questões de política pública.

As externalidades podem ocorrer entre produtores, entre consumidores ou entre ambos (produtores e consumidores); e podem ser: negativas – “quando a ação de uma das partes impõe custos sobre a outra”, e positivas – “quando a ação de uma das partes beneficia a outra”. (ibid., p. 844)

Quando as externalidades não estão refletidas nos preços de mercado, não estão sendo considerados os custos sociais. Tal fato, pode resultar em ineficiência de mercado, devido ao excesso ou insuficiência de produção.

Se a ineficiência decorre de um excesso de produção, as externalidades são negativas. Neste caso, a ineficiência foi causada devido o preço incorreto do produto. Os custos marginais sociais são maiores que os custos marginais privados, sendo a diferença entre os dois, o custo marginal externo.

Portanto, quando existem externalidades negativas, o custo médio da produção privada é inferior ao custo médio social. E mesmo havendo ineficiência, as empresas permanecem no setor.

A insuficiência de produção é decorrente das externalidades positivas. Os benefícios marginais sociais são maiores que os benefícios marginais da demanda; e a diferença entre os dois é o benefício marginal externo. Desta forma, o nível de produção está abaixo do nível eficiente.

Os desvios de eficiência do mercado, resultantes das externalidades, poderiam ser solucionados através de incentivos para redução do nível de produção, o que em consequência reduziria o nível de emissões de poluentes. Para tanto, três medidas poderiam ser adotadas (ibid., p. 848-857):



- 1) Padrão de emissão de poluentes: através da imposição de um limite para emissão de poluentes. A figura 8 apresenta um padrão de emissão de poluentes de até 12 unidades no ponto E\*. Se este limite não for respeitado, a empresa estará sujeita ao pagamento de uma multa e até ser condenada. Este padrão, certamente garantiria a produção eficiente da empresa, devendo esta investir em tecnologias que reduzam a poluição, pois em consequência deste investimento, a curva de custo médio da empresa aumenta, igualando-se ao custo médio da redução de emissão de poluentes. Somente entrarão empresas neste setor, se o preço do produto for maior que o custo médio de produção somado com o custo de redução de poluição.
- 2) Imposto sobre emissão de poluentes: o imposto deve ser aplicado sobre cada unidade de poluente emitido, o que resultaria num comportamento eficiente, pois a empresa reduziria seus custos à medida que ocorresse redução de suas emissões (figura 8).
- 3) Permissões transferíveis para emissões: cada empresa possuiria uma autorização para emitir poluentes. O nível máximo de permissões seria determinado pelo número de permissões distribuídas, as quais poderiam ser compradas e vendidas pelas empresas. Este sistema estimularia as empresas a reduzir suas emissões para vender suas permissões.

O gráfico 8 ilustra o limite padrão e os impostos. A curva CMgS representa o custo marginal social das emissões de poluentes, indicando o prejuízo adicional causado pelas emissões de poluentes por uma empresa. A inclinação desta curva é ascendente devido o custo marginal social da externalidade tornar-se maior à medida que ela aumenta. A curva CMgR é o custo marginal da redução da poluição, a qual mede o custo adicional que a empresa tem para instalar equipamentos de controle de poluição. Esta curva possui inclinação para baixo devido o custo marginal da redução de poluentes ser baixo quando a quantidade de poluição a ser reduzida é baixa, mas torna-se alto quando a quantidade de poluição a ser reduzida é elevada (ibid., p. 849-852).

Através de um imposto sobre emissões ou de um padrão de emissões, pode-se atingir o nível eficiente de emissões  $E^*$ , pois a tendência é de que uma empresa ao defrontar-se com os impostos ou padrão, reduzirá suas emissões de poluentes. Para todos os níveis de emissões acima de 12 unidades o CMgR será menor do que o imposto sobre a emissão, conseqüentemente reduz-se as emissões. Porém, abaixo de 12 unidades o CMgR é maior do que o imposto, portanto, a empresa optará por pagá-lo do que reduzir mais as suas emissões.

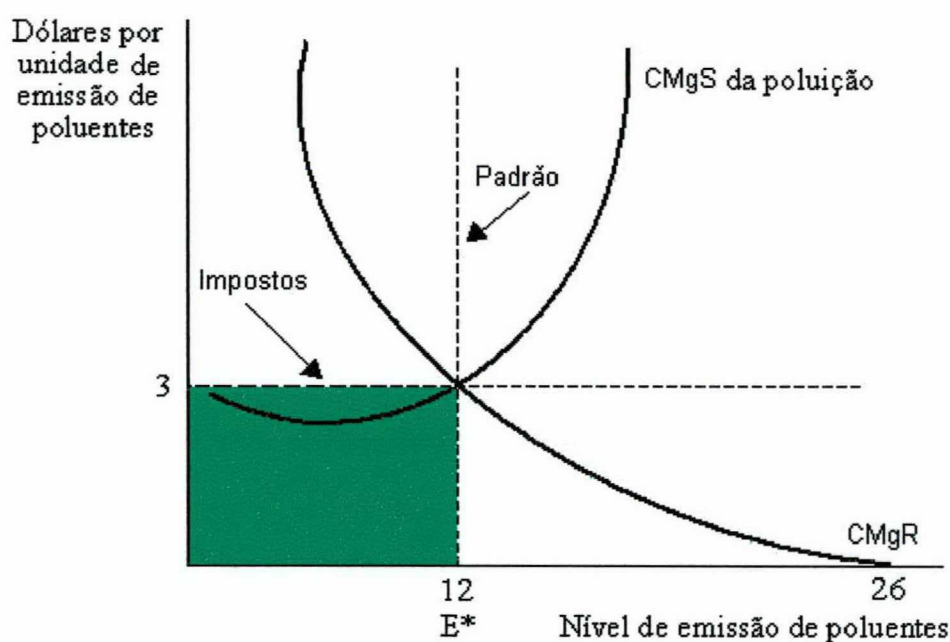


Figura 8 – Limite padrão e os impostos.

Fonte: Pindyck e Rubinfeld, 1994, p. 851.

### 2.3 – Técnicas de Valoração Econômica Ambiental

No caso de bens privados, os preços de mercado são medidas adequadas de valor. Já no caso de bens públicos e de bens comuns, como não há mercado e, portanto não têm preços definidos, existe a necessidade de utilizar-se de metodologias para estimar o valor dos bens.

São apresentados a seguir, alguns métodos de valoração ambiental, os quais estão baseados na teoria neoclássica de bem-estar, além da metodologia multicritério de apoio à decisão.

### **2.3.1 – Metodologias de Valoração Ambiental**

A tentativa de imputar valores monetários para os recursos naturais gera muitas polêmicas devido a existência de uma grande gama de métodos de valoração econômica ambiental, os quais apresentam vantagens e deficiências.

Nogueira (1998, p. 11-12), destaca em seu trabalho a inexistência de uma classificação universal aceita sobre as técnicas de valoração econômica ambiental. Portanto, o autor analisa as características básicas de seis principais métodos classificados por Bateman e Turner (1992).

#### **a) Método de Valoração Contigente**

O método baseia-se nas preferências do consumidor, através da função de utilidade individual. As preferências são obtidas após a aplicação de um questionário previamente elaborado. Para tanto, o método cria um mercado hipotético e busca extrair quanto os indivíduos estão dispostos a pagar (DAP) em unidades monetárias, por um benefício, restauração ou preservação do meio ambiente ou quanto estão dispostos a receber (DAC) como compensação pela degradação ao meio ambiente.

Este método apesar de apresentar um certo grau de incerteza, pode ser aplicado para mensuração de elementos da natureza – biodiversidade, patrimônio paisagístico, cultural e histórico, áreas de lazer, ou em qualquer situação na qual não existam valores de mercado.

#### **b) Método Custos de Viagem (MCV)**

O método considera os gastos, valor no tempo, ingressos e despesas de viagem, efetuados pelas famílias para se deslocarem a um lugar para recreação/lazer, sendo estes utilizados para estimar a curva de demanda e o valor de um bem ambiental.

Segundo Merico (1996, p. 99), este método é geralmente aplicado na valoração de ambientes protegidos, parques, áreas de lazer e para valoração do tempo.



c) Método de Preços Hedônicos (MPH)

Este método é utilizado para valoração ambiental através de duas técnicas: diferenças nos preços de imóveis e diferenças nos níveis salariais.

A primeira técnica baseia-se na idéia de que um indivíduo, ao tomar uma decisão de compra de um imóvel, leva em consideração as características locacionais e também ambiental (paisagem, poluição sonora ou do ar, e outras), estando disposto a pagar pelo benefício da qualidade ambiental. Desta forma, estão sendo valoradas, as peculiaridades do imóvel. Para Pindyck e Rubinfeld (1994, p. 876), os indivíduos estariam dispostos a pagar mais por um imóvel, se este localizar-se em uma região com boa qualidade do ar do que por outro idêntico situado em uma região com baixa qualidade do ar.

Já a segunda técnica utiliza-se das informações sobre as diferenças nos níveis salariais para trabalhos com diferentes graus de risco. Os aumentos salariais para compensar os riscos (insalubridade) do trabalho em áreas poluídas podem ser usados para valorar impactos ambientais (Merico, 1996, p. 101).

d) Método Dose-Resposta (MDR)

O método trata a qualidade ambiental como fator de produção. Desta forma, mudanças na qualidade ambiental levam a mudanças na produtividade e custos de produção, afetando os preços e níveis de produção. Como o próprio nome diz, para cada dose haverá uma resposta. A técnica utilizada é a regressão múltipla.

Este método é mais utilizado para valorar os impactos da qualidade do ar sobre a produção agrícola e os impactos da poluição sobre a pesca.

e) Método Custo de Reposição (MCR)

O método MCR baseia-se no custo de reposição ou reparação pelo dano causado a um bem ambiental, e considera este custo como valor da degradação ambiental.

f) Método de Custos Evitados (MCE)

Considera que os gastos em produtos substitutos ou complementares podem ser utilizados para valorar uma perda na qualidade de um recurso ambiental. Por exemplo, um indivíduo que opta por comprar água mineral engarrafada ou então ferver a água encanada para se proteger à uma contaminação da água servida por uma companhia. Tais gastos são considerados defensivos ou preventivos que o indivíduo faz para proteger sua saúde.

São utilizados métodos econométricos e geralmente são aplicados para avaliação de mortalidade e morbidade humanas relacionadas à poluição.

### **2.3.2 – Análise Multicritério de Apoio à Decisão**

No dia-a-dia as pessoas são levadas a tomar decisões, em situações mais ou menos relevantes. Nestas situações, apresentam-se várias alternativas, devendo-se optar pela melhor e que satisfaça os objetivos pretendidos.

Para uma tomada de decisão é relevante englobar múltiplas perspectivas e objetivos. Desta forma, a consideração de diversos fatores impede que se tome uma decisão baseada em um único critério. Daí a importância de metodologias de apoio à decisão, as quais consideram todos os aspectos relevantes para um dado problema (Ensslin et al, 2001, p. 9-13).

As metodologias multicritérios de apoio à decisão não fazem suposições sobre as preferências de um decisor, mas a idéia é assumir uma relação de ajuda entre facilitador e decisor, os quais são os atores do processo e aprendem juntos sobre o problema enfocado. Portanto, este modelo não tem como objetivo apresentar uma solução para o problema, mas sim criar conhecimentos que são capazes de gerar um aprendizado sobre este, levando a identificar com facilidade a repercussão de todas as possíveis ações sobre o ambiente no qual estão inseridas (ibid., p. 16-37).

Para um procedimento de apoio à tomada de decisão é necessário primeiramente identificar o contexto decisório, em seguida estruturar o problema, construindo-se um mapa cognitivo. Após estrutura-se o modelo multicritério, avalia-se as ações potenciais, e por último analisa-se os resultados dos modelos e recomendações (ibid., p. 38-40).

O mapa cognitivo representa graficamente as idéias do facilitador sobre o problema. O objetivo deste é que se torne possível o desenvolvimento de um diálogo construtivo com os decisores, gerando várias informações inerentes ao problema que está sendo analisado (ibid., p. 75-77).

Ensslin et al (Id., p. 170) apresentam o exemplo (figura 9) para tomada de decisão, a partir de pontos de vista de um decisor.



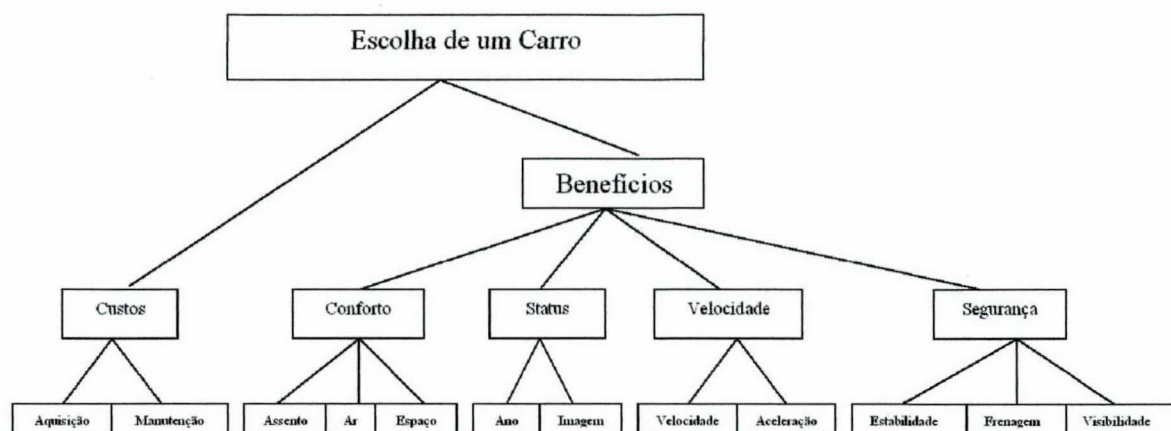


Figura 9 – Árvore de Pontos de Vista do Exemplo da Compra do Carro.

Fonte: Ensslin et al, 2001, p. 170.

Cabe ressaltar que para chegar-se nesta árvore de pontos de vista fundamentais e elementares, já foram realizados todos os procedimentos anteriormente descritos para uma tomada de decisão.

Segundo Ensslin et al (Id., p. 187-188), as funções de valor são instrumentos utilizados pelo decisor para expressar numericamente suas preferências. Existem vários métodos para construção de funções de valor. Os autores selecionaram três métodos: pontuação direta, bissecção e julgamento semântico. Neste estudo utilizou-se somente da pontuação direta e o detalhamento dos cálculos necessários para este método está no anexo 3.

Em resumo, neste capítulo, foi abordada a teoria microeconômica relativa aos bens comuns e externalidades. Como os bens comuns estão disponíveis para o uso de todos e não possuem um preço de mercado, seu valor econômico existe na medida que o uso altera o nível de produção e consumo (bem-estar) da sociedade. Assim os custos da degradação ambiental não são pagos pelos indivíduos que a causam, tais custos são considerados “externalidades”. Este fato resulta numa apropriação do capital natural que beneficia alguns usuários de recursos naturais sem que estes compensem os custos impostos aos usuários que são excluídos. Além disso, as gerações futuras arcarão com os custos resultantes das decisões das gerações atuais.

Desta forma, a valoração monetária dos recursos ambientais implica em imputar os custos das externalidades geradas, determinando quanto melhor ou pior estará o nível de bem-estar dos indivíduos devido às mudanças na quantidade de bens ambientais. Para a valoração de recursos ambientais apresentou-se os principais métodos existentes e também a metodologia multicritério para tomada de decisão.

## CAPÍTULO III

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 – Abastecimento Público de Água no Município de Florianópolis

No início da ocupação, por volta de 1651, Nossa Senhora do Desterro, utilizava a água para abastecimento que vinha de três fontes próximas que denominavam-se: Fonte Ramos (atual Largo Fagundes), Fonte do Largo da Palhoça (atual Vidal Ramos) e Fonte Campo do Manejo (atual Largo General Osório), as quais eram suficientes para a escassa população. A partir de 1794 tornou-se necessário a ampliação do sistema de abastecimento por meio de outras fontes. Em 1860 surgiu o comércio de água trazida das fontes e realizado em carroças pipas por escravos ou jornaleiros. Apenas em 1910, foi implantado o primeiro sistema de água no município de Florianópolis, através da captação no córrego Ana D'Ávila e córregos da Lagoa, sem qualquer tratamento. Dois anos mais tarde, o sistema contou com o reforço através da captação de água do Rio Tavares, mas que também não havia tratamento (Guimarães, 1999, p. 67).

Mas a partir de 1940, como a população havia crescido muito (população estava em torno de 24.014 habitantes), os mananciais da ilha tornaram-se insuficientes, sendo necessário captar água na região continental (a 30 km de distância). Isso somente foi possível graças ao nível tecnológico da área da engenharia de recursos hídricos. Então em 1946, implanta-se a primeira adutora de Pilões, que além de abastecer Florianópolis, também atendia os municípios de Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz e São José. Até 1969 implantou-se uma segunda adutora de Pilões, funcionando desta forma até 1975, quando então tornou-se necessário a construção da terceira adutora. Este sistema de Pilões teria uma capacidade de abastecer aproximadamente 228.640 habitantes até 1992, após deveria ser utilizado o rio Cubatão para complementar o abastecimento (ibid., p. 67).

Atualmente a população do município de Florianópolis é abastecida em parte pelos mananciais Pilões e Cubatão, pelos mananciais superficiais Rio Tavares, Córrego Grande, Córrego Monte Verde, Córrego Itacorubi, Córrego Ana D'Ávila, Lagoa do Peri e ainda pelo aquífero subterrâneo do Campeche e de Ingleses. Uma parte da população também se abastece através de poços artesianos individuais e coletivos, cachoeiras e nascentes, mas



que não passam por nenhum tipo de tratamento (ibid., p. 78). Segundo o GAMA - Grupo para Assuntos de Meio Ambiente (1986, p. 9), ainda existem mais alguns mananciais na ilha que são aproveitados para o abastecimento público, os quais são o Córrego da Lagoa, Ribeirão da Ilha, Alto Ribeirão e Tapera, Canasvieiras e Cachoeira do Bom Jesus, Daniela, Saco Grande e Lagoa da Conceição.

Conforme a tabela 2, o município de Florianópolis é o que mais capta água dos mananciais Cubatão e Pilões, visto que a população abastecida em abril de 1996 era de 210.000 habitantes, representando 43,42% da população atendida pelo sistema.

Tabela 2 - População abastecida pelo sistema Cubatão/Pilões

<b>Município</b>	<b>População abastecida (abril/96)</b>	<b>População abastecida (março/98)</b>	<b>Atendimento do Sistema (%)</b>
Florianópolis	210.000	229.253	43,42
São José	140.015	178.976	33,90
Palhoça	68.000	77.804	14,73
Biguaçu	28.000	29.786	5,64
Santo Amaro da Imperatriz	12.000	12.229	2,31
Total	458.015	528.048	100

Fonte: Relatório CASAN, 1998.

Os balneários da ilha são abastecidos pelos sistemas Costa Norte e Costa Leste/Sul (tabela 3). O sistema Costa Norte envolve as localidades do Rio Vermelho, Ingleses, Santinho, Canasvieiras, Jurerê, Daniela e Vargem Pequena. Já o sistema Costa Leste/Sul envolve as localidades da Lagoa da Conceição, Barra da Lagoa, Campeche, Armação, Ribeirão da Ilha, Tapera e Rio Tavares.



Tabela 3 - População abastecida pelos sistemas Costa Norte e Costa Leste/Sul

Sistema	População abastecida (julho/95)	População abastecida (março/98)
Costa Norte	15.904	16.252
Costa Leste/Sul	22.704	29.020
Total	36.608	45.272

Fonte: Relatório CASAN, 1998.

### 3.2 – Características de Ocupação da Lagoa do Peri

A Lagoa do Peri está situada ao sul da Ilha de Santa Catarina e inserida numa bacia hidrográfica de 20,3 km<sup>2</sup>, tendo um espelho d'água com 5,2 km<sup>2</sup> de área. A sua profundidade máxima atinge 11 metros e suas águas não são afetadas pelas oscilações da maré, pois se encontra a 3 metros acima do nível do mar, sendo sua água totalmente doce. Destaca-se por ser o maior manancial de água potável da Ilha (CECCA, 1997, p. 88).

“Nas porções norte, oeste e sul, a lagoa é margeada por encostas com alturas médias de 300 metros, cobertas por densa Floresta Atlântica, onde existem grandes áreas de floresta primária em que houve apenas extração seletiva de madeira”. (ibid., p. 89)

A formação da Lagoa do Peri está associada aos sucessivos movimentos do nível do mar, que ocasionaram avanços e recuos de água em relação ao continente e também pela ação da corrente marinha, que ocasionou o fechamento da enseada com uma barreira de areia (atualmente coberta por restinga). A lagoa é alimentada por dois rios: o Rio Cachoeira Grande e o Rio Ribeirão Grande, e de forma secundária por um conjunto de córregos (Larus, 1994).

A origem do nome “Lagoa do Peri” deve-se à presença de macrófitas aquáticas, denominada *Scirpus Califonicus*, uma espécie de junco, chamado de “peri” pela população local. O adensamento da floresta tem a função parecida com a de um dique, que armazena a água da chuva, aumentando a capacidade do manancial hídrico, e que para garantir o funcionamento desse sistema, é necessário preservar a água, impedir a retirada de árvores e proteger os animais (os quais semeiam as sementes das árvores). A água disponível na



Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri não se limita ao volume de água na lagoa, mas sim o incremento dado pela floresta de seu entorno (ibid.).

Atualmente a lagoa mantém contato com o mar através de um canal de despejo, mas a água salgada não atinge a lagoa, devido a esta situar-se acima do nível do mar, se comportando como uma “lagoa suspensa” (Poli et al, 1978, p. 3).



Figura 10 – Aerofoto sobre a região da Lagoa do Peri.

Fonte: IPUF, 1998.



Os agentes antrópicos<sup>5</sup> identificados são os seguintes: a CASAN, a população da região e moradores dentro da reserva, os pescadores, a ordem dos jesuítas, a população que utiliza o parque para o lazer, a Prefeitura Municipal de Florianópolis, a FLORAM, a Universidade Federal de Santa Catarina e o sistema viário.

As estruturas ambientais envolvidas compreendem maciços rochosos que fazem o entorno (área oeste), recobertos por vegetação da Mata Atlântica; sedimentos quaternários marinhos de ambiente de restinga cobertos por vegetação característica desse ambiente, e que fazem o limite entre a Lagoa e Oceano Atlântico, e o próprio ambiente lacustre da Lagoa do Peri<sup>6</sup>.

A ocupação da região adveio como consequência da colonização açoriana, especificamente através da Freguesia do Ribeirão, que se estende por Caiacangaaçu e Tapera, Naufragados, Pântano do Sul, Armação da Lagoinha e Campeche. Esta região era praticamente agrícola, pois cultivava-se mandioca, cana, milho, feijão e café. Já na região da Armação da Lagoinha, devido as terras cultiváveis praticamente serem inexistentes, a maioria dos habitantes praticava a pesca (IPUF, 1978, n.p.).

Em 1978, após o levantamento sócio-econômico para elaboração do plano diretor do Parque Municipal da Lagoa do Peri, verificou-se que residiam 107 pessoas, das quais 23% eram moradores temporários. Atualmente, a população que reside no território do Parque atinge 700 pessoas<sup>7</sup>, sendo que aproximadamente 77% dos habitantes residem na área de lazer. Contudo, existem ainda moradores em áreas de restingas, formando duas aglomerações: uma maior, situada às margens da Rod. SC-406, e uma menor, situada mais próximo da lagoa denominada como “Comunidade da Lagoa do Peri”.

Nas duas últimas décadas houve crescimento demográfico devido à alguns fatores, tais como, a facilidade de acesso após o asfaltamento da Rod. SC-406, a valorização e pressão imobiliária, a proximidade de núcleos mais urbanizados e disponibilidade de transporte, comunicação, comércio, educação, lazer e saúde.

“Esse processo, acompanhado da decadência das atividades de subsistência, da emigração de boa parte dos residentes nativos, e do estabelecimento de pessoas provenientes de outras localidades – inclusive estrangeiros –, descaracterizou as formas tradicionais e levou à consolidação de padrões ocupacionais vinculados ao setor de serviços. Apenas um ou outro nativo mantém algum vínculo com atividades de

<sup>5</sup> Refere-se ao “homem” como sujeito principal, envolvido em ações em determinado ambiente.

<sup>6</sup> Segundo o geólogo Edgard Fernandes (IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

<sup>7</sup> Estimativa da FLORAM em 1997/1998.

subsistência, basicamente a pesca na lagoa e a criação de alguns animais (bois, galinhas)". (CABRAL, 1999, p. 42-43)

Atualmente, são desenvolvidas na região de estudo as atividades de agricultura e pesca de subsistência, lazer, turismo ecológico, captação da água para abastecimento público, exploração imobiliária e comercial. Ainda desenvolvem-se atividades relacionadas à estudos científicos.

### 3.3 - Caracterização do Recurso Ambiental

#### a) Caracterização Física<sup>8</sup>:

- ❑ área da lagoa : 5,2 km<sup>2</sup> (lâmina da água)
- ❑ volume da lagoa: 4,84x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (volume útil para efeito de extrativismo)
- ❑ vazões:
  - média de longo tempo: 756 l/s
  - mínima média anual: 393 l/s
  - mínima média de 7 dias: 126 l/s
  - mínima média diária 25 anos: 54 l/s

#### b) Caracterização Química:

- ❑ qualidade da água: conforme a portaria nº 0024/79 da Constituição Estadual, art. 144, todos os cursos de água da ilha de Santa Catarina estão classificados na classe 1, águas destinadas ao abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção; a água da lagoa está enquadrada nesta classe.

Devido a circulação das águas, a Lagoa do Peri não apresenta déficits de oxigênio, havendo uma grande homogeneidade horizontal e vertical nos níveis de oxigênio. As correntes internas da lagoa fazem com que haja uma dispersão de poluentes ao longo de todo corpo não permitindo um acúmulo pontual. A água da Lagoa do Peri é de excelente qualidade quanto aos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, pois, em função de sua localização afastada de centros urbanos e de áreas industriais, está praticamente isenta de contaminações (Silva, 2000, p. 41).

<sup>8</sup> Dados obtidos da CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento.

### c) Fauna

Segundo Poli et al (1978, p. 13-15 e 34-35), a fauna ictiológica (peixes) compõe-se de dois tipos de espécies de habitat de água doce (tilápia, peixe-rei, jundiá, traíra e cará) e os de habitat de água salgada (robalo, carapicu e tainha). A fauna carcionológica (crustáceos) está representada pelo camarão (Pitu), siri e lagosta de água doce. Além disso, existem espécies de animais como a lontra, o jacaré e o cágado (ibid., p. 55-56).

### d) Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal da bacia hidrográfica da Lagoa do Peri é constituída por Floresta Ombrófila Densa, Estágios Sucessionais, Pastagens, Vegetação Litorânea, Plantações Diversas e Campos Edáficos Secundários. Destas, a mais importante é a Floresta Ombrófila Densa devido a composição de um ecossistema com grande diversidade biológica (Soriano-Sierra apud Simonassi, 2001, p. 26).

## 3.4 – Legislação e Regulamentação

A Lagoa do Peri está enquadrada como um parque. Os parques são criados com o objetivo de preservação dos ecossistemas e também para possibilitar pesquisas, educação ambiental, lazer, etc.; foram instituídos através do Código Florestal, Lei nº 4.771, de 15/09/1965, art. 5º; e regulamentados pelo Decreto Federal nº 84.017, de 21/09/1979.

Segundo CECCA (1997, p. 89-92) a Legislação e regulamentação vigentes sobre a região do Parque Municipal da Lagoa do Peri são:

- a) Lagoa do Peri – Declaração como Remanescente de Floresta Nativa. Decreto Federal nº 30.443, de 25 de janeiro de 1952. Origem: Presidência da República. Fonte: D.O.U. de 28/01/1952.
- b) Lagoa do Peri – Tombamento. Decreto Municipal nº 1.408, de 4 de junho de 1976. Origem: Prefeitura Municipal. Fonte: D.O.E. nº 10.517, de 02/07/1976.
- c) Parque Municipal da Lagoa do Peri – Criação. Lei Municipal nº 1.828, de 9 de dezembro de 1981. Origem: Câmara Municipal. Fonte: D.O.E. nº 11.869, de 15/12/1981.



d) Parque da Lagoa do Peri – Regulamentação. Decreto Municipal nº 091, de 1 de junho de 1982. Origem: Prefeitura Municipal. Fonte: D.O.E. nº 12.038, de 31/08/1982.

A Constituição Federal de 1988 define, em seu artigo 26, inciso I, como bens dos estados, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, define, em seu art. 1º:

“A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I – a água é um bem de domínio público;

II – a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III – em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”.

No âmbito estadual, a Política Estadual de Recursos Hídricos está definida pela Lei Nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, que em linhas gerais é compatível com a Lei Federal. Nesta Lei, é destacado que o gerenciamento dos recursos hídricos deve ser integrado, descentralizado e participativo; as bacias hidrográficas são definidas como unidades básicas de planejamento, uso, conservação e recuperação dos recursos hídricos; é reconhecido o uso múltiplo dos recursos hídricos; institui a outorga de direitos de uso da água; entre outros<sup>9</sup>.

A administração do Parque Municipal da Lagoa do Peri é responsabilidade da Superintendência da Secretaria Municipal de Urbanismo e Serviços Públicos – SUSP e do Conselho de Moradores do Parque. As funções tem como atribuição manter e frisar diretrizes para o bom funcionamento do parque, visto que este está amparado na Lei Federal, Estadual e Municipal (CECCA, 1997, p. 91).

<sup>9</sup> FONTE: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM, Junho de 2001.

Segundo Simonassi (2001, p. 30), a criação do Parque Municipal da Lagoa do Peri, contribuiu muito para o ordenamento das atividades humanas dentro da área, além de possibilitar uma área de lazer e turismo.

## CAPÍTULO IV

### **AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA REGIÃO LESTE/SUL DA ILHA DE SANTA CATARINA**

#### **4.1 – O Problema de Utilização dos Recursos Naturais**

Como os recursos naturais são bens comuns, geralmente os indivíduos fazem uso em excesso, gerando externalidades negativas aos indivíduos que estão consumindo menos ou estão excluídos do consumo. No caso da Lagoa do Peri, a CASAN através de uma gestão centralizada, implantou o sistema de abastecimento de água sem um prévio estudo que indicasse de forma contundente a real capacidade de captação do recurso. Portanto, havendo retirada de água acima da capacidade, a CASAN estará causando externalidades à sociedade atual e também para as gerações futuras.

Conforme o estudo de regularização apresentado no Relatório Técnico do Projeto elaborado pela CASAN, o volume útil da lagoa é de  $4,84 \times 10^6 \text{ m}^3$ , sendo que foi calculado uma vazão disponível de até 484 l/s. A implantação do projeto de captação prevê uma vazão de 400 l/s em duas etapas de 200 l/s, sendo que a primeira iniciou-se em dezembro de 2000.

Pôssas (1998, p. 101-102) em seu estudo põe em dúvida se o manancial da Lagoa do Peri dispõe de tal capacidade de vazão sem causar um comprometimento do ecossistema. Tal fato é preocupante justamente porque não foram realizados estudos para levantamento dos impactos ambientais. Da mesma forma, Guimarães (1999, p. 78) em seu estudo relata que, no Brasil, a questão dos recursos hídricos apresenta uma situação de descaso, visto que não são realizados estudos de impactos ambientais ou da capacidade de exploração do recurso.

Não obstante a captação de água da Lagoa do Peri se fez necessária para atender a demanda na região leste/sul da ilha. O recurso hídrico da Lagoa do Peri, tradicionalmente utilizado para lazer e esporte, passou a ter uma importância ímpar no desenvolvimento das regiões sul, sudeste e leste da Ilha de Santa Catarina, com sua utilização para



abastecimento público. A água da Lagoa do Peri é tratada pela CASAN, proporcionando saúde e bem-estar para a população.

As localidades atendidas são: Campeche, Retiro da Lagoa, Barra da Lagoa, Lagoa da Conceição, Ribeirão da Ilha, Armação, Pântano do Sul, Tapera, Alto Ribeirão, Morro das Pedras, Areias, Rio Tavares, Praia dos Açores, Praia da Solidão, Costa de Dentro, Joaquina, Praia Mole, Canto da Lagoa, Canto dos Araçás e Caeira.

A empresa SOCIOAMBIENTAL Consultores Associados Ltda foi contratada pela CASAN para projetar a população fixa e flutuante para a área de estudo. Conforme demonstra a tabela 4, foram consideradas as tendências atuais, a existência de um Plano Diretor do Campeche e a conclusão da Via Expressa Sul. Tais projetos, possibilitarão um grande impulso de ocupação para a região.

Tabela 4 – Projeção da População Total

ANO	POPULAÇÃO FIXA	POPULAÇÃO FLUTUANTE (62,5% da Pop. Fixa)	POPULAÇÃO TOTAL
1996	42.131	26.332	68.463
1997	44.659	27.912	72.571
1998	47.338	29.586	76.925
1999	50.179	31.362	81.540
2000	53.189	33.243	86.433
2001	57.445	35.903	93.347
2002	62.040	38.775	100.815
2003	67.003	41.877	108.880
2004	72.364	45.227	117.591
2005	78.153	48.845	126.998
2006	82.842	51.776	134.618
2007	87.812	54.883	142.695
2008	93.081	58.176	151.257
2009	98.666	61.666	160.332
2010	104.586	65.366	169.952
2011	108.769	67.981	176.750
2012	113.120	70.700	183.820
2013	117.645	73.528	191.173
2014	122.351	76.469	198.820
2015	127.245	79.528	206.773
2016	131.062	81.914	212.976
2017	134.994	84.371	219.365
2018	139.044	86.902	225.946
2019	143.215	89.509	232.725
2020	147.512	92.195	239.706

Fonte: Relatório de Projeção Demográfica da Região leste-sul de Florianópolis.  
SOCIOAMBIENTAL Consultores Associados Ltda, Set. 1998.

De acordo com a tabela 4, a demanda de água para a região para os anos 2000, 2010 e 2020 são respectivamente 230 l/s, 452,25 l/s e 637,86 l/s. Estas vazões requeridas estão sendo consideradas nos cenários do anexo 4. Ressalta-se que a vazão de 230 l/s para o ano de 2000 é um dado de produção do sistema que abastece a região, informado pela CASAN.

A crescente demanda pelos recursos hídricos devido ao aumento da densidade demográfica da região leste/sul da ilha aumenta a rivalidade no consumo de água, como também no descarte das águas servidas (esgoto doméstico), e desta forma aumenta as externalidades. É importante destacar que a falta de coleta e tratamento de esgoto, além de poluir o lençol freático, contribui para a poluição das praias da região, causando também externalidades.

## **4.2 – Recursos Hídricos Disponíveis para o Abastecimento da Região Leste/Sul da Ilha**

Os recursos hídricos disponíveis para o abastecimento público da região de estudo são os mananciais de Pilões e Cubatão, a Lagoa do Peri e o Aquífero Campeche.

### **a) Mananciais de Pilões e Cubatão**

Alguns estudos relatam a preocupação quanto a preservação dos recursos hídricos da região da Grande Florianópolis. Segundo estudos realizados pela Universidade Federal de Santa Catarina, os rios Cubatão e Pilões apresentam contaminação da água por agrotóxicos e por metais pesados, e que tais contaminantes ainda não possuem técnicas de tratamento na estação da CASAN. Além disso, segundo documento da ABES-Associação Brasileira de Engenharia Sanitária em 1993, encontra-se na água do rio Pilões presença de cor e matéria orgânica, causados pelas condições naturais, mas também em decorrência dos desmatamentos em torno do rio e o despejo de material da obra da BR-282 (Guimarães, 1999, p. 79). Apesar disso, os recursos hídricos destes mananciais possuem capacidade para atender a demanda futura da região de estudo, conforme informação do Eng<sup>o</sup> Agrônomo da SDM – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Guilherme Xavier de Miranda Júnior. Porém, existe um limitante para tal exploração, o qual é a legislação que transformou a região em que se localizam os mananciais no Parque



Estadual da Serra do Tabuleiro, com o principal objetivo de preservação destes. Mas, tal fato poderá ser contornado, visto que a lei federal nº 9.433/97, art. 1º, inciso III, trata que havendo escassez, o uso prioritário é o consumo humano e dessedentação de animais.

## **b) Lagoa do Peri**

Com o objetivo de atender a demanda crescente na região leste/sul da ilha, a CASAN passou a captar água na Lagoa do Peri, a partir de dezembro de 2000, numa vazão de 200 l/s. Porém, não foram realizados estudos prévios quanto à real capacidade de exploração do recurso e quanto aos possíveis impactos ambientais. O projeto de captação da CASAN prevê duas etapas, uma de 200 l/s já colocada em prática, e outra etapa de 200 l/s com o objetivo de atender a demanda futura para a região, a qual tem sido alvo para a urbanização crescente no município de Florianópolis. Tal fato, vem gerando várias polêmicas entre a população e a comunidade científica, quanto à real capacidade do recurso para tal exploração e as conseqüências ao meio ambiente, visto que não existem estudos bem apurados que comprovem que é possível retirar 200 l/s como para 400 l/s.

Poli et al (1978, p. 57), recomendam que para a captação de água para o abastecimento da população deverá ser utilizada somente a vazão normal da lagoa. Trata sobre a questão do esgoto para evitar a contaminação das águas, e ainda faz recomendações para evitar-se o desmatamento à nível que comprometa a lagoa, acelerando seu assoreamento.

Ressalta-se que o volume de água da lagoa provém do escoamento superficial proveniente das chuvas através dos rios Ribeirão Grande e Cachoeira Grande e outros pequenos mananciais, e ainda pela recepção dos fluxos de uma rede hidrográfica. Portanto, a floresta exerce um importante papel na regularização desse fluxo e também no controle da qualidade das águas, pois funciona como um filtro evitando a entrada de detritos ou sedimentos na lagoa (Cabral, 1999, p. 21).

Os estudos realizados sobre a lagoa não são totalmente precisos, visto que alguns baseiam-se em simulações com pequena representatividade temporal, resultando em diagnósticos aproximados sobre a capacidade para captação de 200 l/s<sup>10</sup>. Também para as vazões acima de 200 l/s não existem estudos que apontem com precisão a capacidade do recurso.

---

<sup>10</sup> Como o Estudo Hidrológico da Bacia Hidrográfica e Capacidade de Reserva da Lagoa do Peri, 1998.

Uma questão que vem gerando polêmica é o descaso por parte do poder público quanto à ocupação ilegal no entorno da lagoa, o que pode estar contaminando o recurso devido o despejo de esgoto doméstico, e principalmente o desmatamento da floresta que é de extrema importância para a existência e manutenção da lagoa (Larus, 1994).

Segundo um fiscal do Parque Municipal da Lagoa do Peri em entrevista para o Larus (1994), existem falhas na fiscalização do parque devido à falta de equipamentos, como o rádio; o parque não dispõe de um barco adequado; os fiscais não sabem exatamente os limites do parque, dentre outras.

### **c) Aquífero Campeche**

O aquífero subterrâneo do Campeche<sup>11</sup>, atualmente já é utilizado como fonte de suprimento de água potável para abastecer uma parte da população da região leste/sul da ilha. Este aquífero apresenta água de boa qualidade, visto que o processo de tratamento realizado pela CASAN é bem mais simples do que o tratamento das águas da Lagoa do Peri, sendo apenas efetuado uma desinfecção química.

O Aquífero Campeche é uma estrutura geológica sedimentar porosa com capacidade de armazenamento de água formada por sedimentos arenosos, quartziosos, com granulometria variando de fina a média com pouca matriz argilosa (Borges, 1996, p. 48).

Segundo Borges (1996, p. 44) a água da chuva escoar diretamente nas lagoas existentes na região, junto à porção interna dos cordões de dunas, e após para o solo através da infiltração. Em seu estudo determinou o balanço hidrológico, obtendo um volume de 3.373,2 m<sup>3</sup>/ha/ano de água infiltrada no solo, sendo 25,57% da precipitação total média. Como a área de sua pesquisa possui aproximadamente 1060 ha, a quantidade de água que abastece o aquífero é de 9.796,14 m<sup>3</sup>/dia ou 113,38 l/s. A partir dos resultados obtidos em seu estudo, considerou que a quantidade de água do aquífero é limitada em função do crescimento populacional e recomendou que a captação de água deve ser bem dimensionada para evitar o esgotamento deste recurso. Através do balanço hidrológico, avaliou que a renovação de água ocorre muito lentamente, implicando que o aquífero é muito suscetível em relação ao armazenamento e à contaminação por águas superficiais de baixa qualidade que provêm do esgoto doméstico ou ainda do despejo de líquidos não potáveis na superfície. Avaliou que o aquífero de modo geral é de boa qualidade e que a presença de componentes indesejáveis na água pode ser eliminada recuperando-se

---

<sup>11</sup> O Aquífero Campeche localiza-se no Balneário Campeche.



totalmente a potabilidade, desde que os órgãos responsáveis realizem um estudo adequado para captação de água através de poços, façam um monitoramento da qualidade da água e outros parâmetros, e principalmente que implantem um sistema de coleta e tratamento dos esgotos domésticos.

Na tabela 5, consta 15 poços existentes na região, assim como as características hidráulicas destes. Porém, a CASAN não utiliza tais poços em sua totalidade desde a implantação da Estação de Tratamento de Água da Lagoa do Peri, visto que somente dois poços estão em operação atualmente.

Tabela 5 – Características Hidráulicas dos Poços Tubulares Existentes no Balneário Campeche.

Número do poço	Profundidade (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Localização
P10	47,0	38,0	Rio Tavares
FNS8	44,0	53,0	Rio Tavares
FNS9	43,5	44,0	Rio Tavares
FNS10	39,5	61,0	Rio Tavares
FNS11	43,0	54,0	Rio Tavares
FNS12	41,0	50,0	Rio Tavares
FNS13	36,0	52,0	Campeche
FNS15	34,5	49,0	Campeche
FNS16	26,5	44,0	Campeche
FNS17	26,0	23,3	Campeche
FNS14	35,0	-	Campeche
FNS26	42,8	56,0	Campeche
FNS27	42,6	56,0	Campeche
SC405	43,0	-	Rod. SC405
SC405	30,0	-	Rod. SC405

Fonte: CASAN, 1995.

### **4.3 – Cenários para Exploração de Água para Abastecimento Público**

Visando estabelecer uma utilização sustentável do recurso hídrico, bem como o equilíbrio do meio ambiente para toda a região leste/sul da ilha, no sentido de preservar a qualidade dos mananciais subterrâneos existentes, este estudo propõe alternativas que irão estabelecer o custo/benefício não apenas do ponto de vista econômico, mas também tentando avaliar a influência de todo o processo de ocupação urbana. Para tanto, são apresentados os cenários (anexo 4) que irão subsidiar a análise proposta. Cada cenário é composto por dois componentes: a) custo para produção e distribuição de água e coleta e tratamento de esgoto e, b) valores de faturamento de água e esgoto. Ressalta-se que nos cenários não estão contabilizados a taxa de juros para o financiamento dos investimentos. Portanto, na tabela 6 foi considerada a correção dos valores para cada cenário, através de uma taxa de juros de 8,5 % a.a., cobrada pela Caixa Econômica Federal, sendo este o principal órgão financiador de recursos para a CASAN<sup>12</sup>.

#### **Cenário 1 – Mananciais Pilões/Cubatão, com tratamento de esgoto**

Este cenário propõe a utilização dos mananciais Pilões/Cubatão como alternativa para o abastecimento da região de estudo, bem como a adoção do sistema de esgotamento sanitário. A utilização de um manancial fora da região em questão orientará os preceitos da análise multicritério para o não-uso dos recursos locais, propiciando uma visão dos investimentos necessários a esta solução e o desenvolvimento de critérios subjetivos sob os pontos de vista ecológico e suas condições operacionais. Os impactos relativos ao descarte da água (esgotamento sanitário) são bem pontuados neste contexto, visto a necessidade de se implantar um sistema de tratamento de esgoto mesmo com a importação de água de outros mananciais, pois o consumo desta gera externalidades sobre o meio local.

#### **Cenário 2 – Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto**

Neste cenário é proposto a utilização do Aquífero Campeche como alternativa para o abastecimento público. Desta forma, todo o sistema estaria baseado no recurso subterrâneo, sob grande parte da região do estudo, significando que toda a pressão do processo de urbanização irá influenciar diretamente este, caracterizando impactos específicos para a análise desta solução. Da mesma maneira que o cenário anterior, a

---

<sup>12</sup> Conforme informação do setor financeiro da CASAN, 2002.

implantação do sistema de esgotamento sanitário irá atenuar e influenciar os critérios adotados no método de análise.

### **Cenário 3 - Lagoa do Peri vazão 200 l/s com o complemento do Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto**

Neste cenário propõe-se a utilização da Lagoa do Peri na vazão de 200 l/s, complementando a demanda requerida com o manancial hídrico do Aquífero Campeche. Com o objetivo de considerar-se a utilização conjugada de dois recursos dentro da região de estudo, através da utilização parcial destes, buscou-se avaliar os níveis de investimentos demandados na implantação simultânea de duas soluções técnicas essencialmente distintas. Sob o ponto de vista da caracterização dos critérios subjetivos no âmbito ecológico e operacional, pode-se avaliar os impactos e influências desta solução em relação aos cenários anteriores.

### **Cenário 4 – Lagoa do Peri vazão 400 l/s com o complemento do Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto**

Neste cenário está sendo proposto a utilização da lagoa à uma vazão de 400 l/s, complementando a demanda requerida com parte da disponibilidade do manancial hídrico do Aquífero Campeche. Esta solução irá utilizar-se da capacidade máxima proposta para o manancial da Lagoa do Peri, impondo-lhe um regime intenso de exploração. Já para o Aquífero Campeche caberia a complementação da demanda da região. Desta forma, as influências sobre estes recursos seriam caracterizadas de forma distinta, onde a utilização parcial de um em detrimento do outro, causando sobrecarga e potencializando o desequilíbrio ecológico e estabilidade operacional do sistema de abastecimento. Estas considerações durante o processo de análise deste cenário forçará a indagação a respeito das externalidades e riscos advindos desta solução, auxiliando na percepção da relevância dos critérios adotados.



Tabela 6 – Síntese dos Cenários

	Cenário 1 Mananciais Pilões/Cubatão	Cenário 2 Aqüífero Campeche	Cenário 3 Lagoa do Peri vazão 200 l/s + Aqüífero Campeche	Cenário 4 Lagoa do Peri vazão 400 l/s + Aqüífero Campeche
Investimentos para implantação do Sistema de Abastecimento de Água				
Década 2000: 86.433hab.	28.470.800,00	12.397.600,00	20.897.600,00	20.897.600,00
Década 2010: 169.952hab.	17.138.180,00	10.014.980,00	10.014.980,00	9.514.980,00
Década 2020: 239.706hab.	31.777.674,00	11.554.474,00	11.554.474,00	11.554.474,00
Subtotal dos Investimentos	77.386.654,00	33.967.054,00	42.467.054,00	41.967.054,00
Investimentos para implantação do Sistema de Tratamento de Esgoto				
Década 2000: 86.433hab.	49.392.800,00	49.392.800,00	49.392.800,00	49.392.800,00
Década 2010: 169.952hab.	24.394.940,00	24.394.940,00	24.394.940,00	24.394.940,00
Década 2020: 239.706hab.	55.313.422,00	55.313.422,00	55.313.422,00	55.313.422,00
Subtotal dos Investimentos	206.487.816,00	163.068.216,00	171.568.216,00	171.068.216,00
Total dos Investimentos*	616.982.996,41	481.422.427,97	489.922.427,97	488.791.936,25
Faturamento do Sistema de Abastecimento de Água				
Década 2000: 86.433hab.	4.860.170,64	4.860.170,64	4.860.170,64	4.860.170,64
Década 2010: 169.952hab.	95.564.856,09	95.564.856,09	95.564.856,09	95.564.856,09
Década 2020: 239.706hab.	134.787.877,71	134.787.877,71	134.787.877,71	134.787.877,71
Faturamento do Sistema de Tratamento de Esgoto				
Década 2000: 86.433hab.	3.888.136,51	3.888.136,51	3.888.136,51	3.888.136,51
Década 2010: 169.952hab.	76.451.884,87	76.451.884,87	76.451.884,87	76.451.884,87
Década 2020: 239.706hab.	107.830.302,17	107.830.302,17	107.830.302,17	107.830.302,17
Total do Faturamento	423.383.227,99	423.383.227,99	423.383.227,99	423.383.227,99

\* Estes valores estão corrigidos por uma taxa de 8,5% aa, aplicado para 10 e 20 anos.

Fonte: Elaboração própria baseada nos cenários (anexo 4).



A tabela 6 apresenta a síntese dos cálculos efetuados nos cenários dos valores de investimento e faturamento sobre os sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto. Nesta é demonstrado de forma simplificada para cada cenário o nível de investimentos necessários para cada uma das décadas levando-se em consideração o aumento populacional projetado para a região. Assim, observa-se que as diferentes soluções para o abastecimento público apresentam valores distintos, propiciando uma análise do ponto de vista econômico, como início do processo de caracterização das propostas viáveis.

Os valores obtidos no cenário 1 através da importação de água de um manancial hídrico distante e fora do município de Florianópolis tem um elevado nível de investimento, destacando-se dos demais. O cenário 2 apresenta o mais baixo valor de investimento baseando-se o sistema de abastecimento de água somente no recurso hídrico do Aquífero Campeche. Do ponto de vista econômico, esta seria uma opção a ser considerada, porém esta característica por si só não é definitiva, pois a seguir serão abordadas outras características subjetivas do ponto de vista ecológico que irão compor a decisão adequada ao cenário. Os cenários 3 e 4 apresentam níveis de investimentos similares. Da mesma forma que o cenário 2, a decisão sobre qual cenário seria mais adequado ficará a cargo da composição com outras características. A análise do ponto de vista ecológico agregada aos dados da tabela 6, irão formar um conjunto de características, priorizando a exploração sustentável dos recursos, bem como os impactos ambientais e operacionais.

Os valores resultantes da tabela 6, considerando-se a taxa de juros para este tipo de financiamento, denotam uma ampliação substancial dos valores obtidos nos cenários, reforçando o seu peso para a elaboração da análise aplicado na tabela 7. É importante salientar que apesar desta majoração ser proporcional a todos, isto propicia uma melhor visão sobre os reais investimentos necessários à implantação dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Tal consideração demonstra o quanto é oneroso a empresa contrair recursos externos para este fim, refletindo em um grande ônus para a sociedade.

#### 4.4 - Aplicação do Método Multicritério

A análise das características relevantes ao processo de exploração de água está apresentada na tabela 7, em que classifica-se em negativo ou positivo, resultando em uma determinada pontuação para cada situação. Para esta análise será utilizado o método multicritério de forma parcial.

Tabela 7 – Aplicação do Método Multicritério para análise dos resultados dos cenários propostos.

	Cenário 1 Mananciais Pilões/Cubatão	Cenário 2 Aqüífero Campeche	Cenário 3 Lagoa do Peri (200 l/s) e Aqüífero Campeche	Cenário 4 Lagoa do Peri (400 l/s) e Aqüífero Campeche
Investimentos (R\$)	616.982.996,41	481.422.427,97	489.922.427,97	488.791.936,25
Custo de Implantação dos sistemas	negativo	positivo	negativo	negativo
Custo Operacional dos sistemas	negativo	positivo	negativo	negativo
Risco Operacional	negativo	negativo	positivo	negativo
Possibilidade de expansão do sistema	negativo	negativo	positivo	negativo
Impacto ambiental: - Lagoa do Peri (devido a captação de água)	positivo	positivo	positivo	negativo
Impacto ambiental: - Nos rios Pilões/Cubatão (devido a captação de água)	negativo	positivo	positivo	positivo
Impacto ambiental: - No aqüífero Campeche (devido a captação de água via poços)	positivo	negativo	positivo	positivo
Negativo	(5)	(3)	(2)	(5)
Positivo	2	4	5	2
Pontuação	(3)	1	3	(3)

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da CASAN, pesquisa de campo e bibliográfica.

O custo de implantação dos sistemas engloba todos os investimentos necessários para construção do sistema de abastecimento de água, composto pela rede de distribuição, estação de tratamento de água, reservatórios, adutoras e demais equipamentos do sistema (estações de bombeamento, dispositivos reguladores de vazão e pressão, equipamentos de manobra de rede, etc...). Também está incluso a construção do sistema de tratamento de esgoto, composto pela estação de tratamento de esgoto, rede coletora e seus componentes (estações elevatórias, etc...). Já o custo operacional dos sistemas é composto pela demanda necessária de pessoal e materiais consumíveis e de reposição para o funcionamento e manutenção destes<sup>13</sup>.

O risco operacional compreende:



- os riscos para fazer o transporte da água ao longo de 40 km, como exemplo, o rompimento da adutora;
- contaminação da água no manancial, inviabilizando a captação de água, causando a paralisação do sistema;
- dependência de um único manancial.

A possibilidade de expansão do sistema, pode apresentar limitações quanto à necessidade de aumento da capacidade de captação para o fornecimento de água. Os limites poderão ser de origem natural, como também devido às leis de proteção ambiental e outras.

Os impactos ambientais que poderão ser resultantes da ação de captação de água:

- Na Lagoa do Peri, poderá ocorrer o rebaixamento de seu nível e este fato poderá acarretar sérios danos, pois as águas do mar poderão manter contato com as águas da lagoa, descaracterizando-a. Consequentemente, a floresta e os animais aquáticos ou terrestres serão afetados, visto que estes dependem deste habitat de água doce para a existência.
- Nos rios Pilões e Cubatão, os impactos poderão resultar no rebaixamento do nível do leito dos rios, prejudicando todos os elementos do ecossistema localizados à jusante da captação.
- No Aquífero Campeche, se houver captação que exceda sua capacidade, poderá ocorrer o avanço da cunha salina<sup>14</sup>, comprometendo a qualidade da água, bem como a depressão do nível do lençol freático que poderá ocasionar o transporte de contaminantes até o aquífero causando degradação.

## 4.5 - Análise dos Cenários

A partir dos resultados obtidos na tabela 7, foi possível fazer a análise individual dos cenários.

---

<sup>13</sup> Fonte: CASAN, 2002.

<sup>14</sup> Penetração de água salgada no subsolo, de forma a ter sua área de atuação diminuída à medida em que se afasta da fonte, caracterizando a forma de um cone ou cunha. Fonte: Atlas Ambiental da Região de Joinville, 2002.

### **Cenário 1**

Os investimentos para implantação do sistema de abastecimento de água e tratamento de esgoto é mais elevado neste cenário. O custo e o risco operacional também são elevados. Portanto, para estas três características considerou-se como pontos negativos. A possibilidade de expansão é dificultada devido às legislações que protegem a área, pois foi criado o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro através do Decreto Estadual nº 1260 de 01 de novembro de 1975.

### **Cenário 2**

Os investimentos para implantação do sistema de abastecimento de água e tratamento de esgoto é razoável neste cenário frente os demais. Mas neste cenário é preocupante quanto à retirada de água para abastecimento somente do aquífero, pois segundo Pôssas (1998, p. 5), a retirada de água subterrânea em ambientes próximos ao litoral, resulta no avanço da cunha salina, comprometendo a água de forma quantitativa e qualitativa. O adensamento populacional gerará uma impermeabilidade parcial do solo, comprometendo a recarga deste, impondo uma diminuição na sua capacidade de fornecimento de água. Além disso, o aumento populacional previsto para a região, comprometerá o aquífero devido ao aumento de fossas sépticas e sumidouros, os quais são o esgotamento sanitário utilizado na área, por não existir a coleta e tratamento de esgoto. A utilização futura somente deste recurso não será viável, pois levará ao seu esgotamento, pois este manancial não apresenta a capacidade para a captação necessária para atender a demanda visto o estudo de Borges (1996).

### **Cenário 3**

Os investimentos também podem ser considerados elevados neste cenário. Mas este é bem relevante, pois o uso parcial do recurso hídrico da Lagoa do Peri, certamente causará menor impacto sobre a lâmina de água desta, apesar de ocorrer alteração da paisagem. Ao haver uma divisão da demanda sobre os dois mananciais – Lagoa do Peri e Aquífero Campeche, não levará à exaustão e ao desequilíbrio das características originais da lagoa e, da mesma forma não comprometerá o aquífero.

## Cenário 4

Para este cenário, os investimentos são considerados elevados. Para aumentar a captação de água aos níveis máximos deve ser elevado o nível da lâmina da água da lagoa, e isto resultará no alagamento da região ribeirinha imergindo grandes quantidades de vegetação (Larus, 1994). Tal fato, resultará em alterações das características do ambiente e desta forma, causará um desequilíbrio de todo o ecossistema. Ressalta-se que na Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri, a lagoa em si, funciona como uma porção do manancial, pois grande parte da disponibilidade hídrica fica retida na floresta, a qual funciona como um reservatório, alimentando gradualmente a lagoa, minimizando as variações de seu nível quando da ocorrência de estiagens (ibid.).

Neste cenário ocorrerá ainda alteração da paisagem, além disso demonstra que somente o manancial da Lagoa do Peri, não suprirá a demanda futura (Pôssas, 1998), havendo necessidade de exploração do aquífero Campeche. Conforme Simonassi (2001, p. 11), se houver uma utilização indiscriminada do manancial, poderá comprometer o equilíbrio ecológico na sua bacia hidrográfica e em consequência afetará a disponibilidade de seus recursos.

Neste capítulo foram apresentadas as alternativas de recursos hídricos disponíveis, cada qual com sua especificidade para atender a demanda de água da região leste/sul da ilha de Santa Catarina.

Através da aplicação da metodologia multicritério, considerando tanto variáveis econômicas como variáveis ambientais, obteve-se o resultado de qual cenário seria o ideal para captação de água para atender a população da região em questão. Para tanto, o cenário que apresentou-se como melhor alternativa foi o cenário 3, o qual conjuga a captação de água da Lagoa do Peri na vazão de 200 l/s e do Aquífero Campeche (poços), desta forma equilibrando a demanda por dois mananciais. Esta alternativa estaria utilizando os recursos hídricos de maneira sustentável.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os mananciais de água por ser um bem de uso comum geram conflitos devido ao fato de alguns indivíduos imputar custos sobre outros indivíduos através do sobre-uso dos recursos e, com isso resultar em externalidades negativas. Constatou-se que o aumento populacional previsto para a região imputará aos indivíduos tanto externalidades negativas, como rivalidade em relação ao uso da água e também no descarte de esgoto doméstico. Para tanto, uma gestão centralizada pode ser considerada benéfica para manter o controle sobre o recurso, garantindo de alguma forma a preservação. Dentro deste contexto, acredita-se que a presença da CASAN dentro do Parque Municipal da Lagoa do Peri possa ser vista de forma positiva, pois ao utilizar a água para abastecimento público, a empresa deve garantir a qualidade desta, restringindo as externalidades. Porém tal exploração, deve ser criteriosa no sentido da necessidade de estudos aprofundados que comprovem a capacidade de captação do recurso, monitoramento e, principalmente estudos de impactos ambientais, o que não foi realizado previamente pela CASAN.

É notável o descaso do poder público quanto à preservação dos recursos naturais, pois o Parque Municipal da Lagoa do Peri não é fiscalizado adequadamente, visto a deficiente estrutura em termos de equipamentos, recursos financeiros, recursos humanos, etc. A ocupação irregular é comum no local e vem degradando o ecossistema da Lagoa do Peri através do esgoto doméstico, desmatamentos e outros, e desta forma, descaracterizando o ambiente. Portanto, a participação da população se faz necessária para a preservação. Mas, para isso seria essencial a implantação de um programa de educação ambiental para conscientizar a comunidade, para que esta esteja preparada para participar e intervir nas questões ambientais, buscando o desenvolvimento sustentável.

Outra questão preocupante é a do saneamento básico, pois na região de estudo assim como em todo o município de Florianópolis, há uma carência de atenção prioritária para o tratamento de esgoto doméstico. Como a prática comum na região é de utilização de sistemas individuais de tratamento sanitário (fossas sépticas), dependendo das condições de instalação podem contaminar o solo e os mananciais subterrâneos e superficiais. O

sistema de tratamento de esgoto é dispendioso, mas as gerações futuras pagarão um preço bem maior se os mananciais forem poluídos.

Após a elaboração dos cenários, apresentando as possíveis alternativas de utilização de recursos hídricos para o abastecimento da população da região leste/sul da ilha, avaliou-se que o cenário ideal é o que conjuga a utilização da Lagoa do Peri na vazão de 200 l/s e o Aquífero Campeche (poços), visto que desta forma haverá um equilíbrio ao dividir a demanda por dois mananciais. Tal alternativa, proporcionaria a preservação e um uso racional para ambos mananciais. Ressalta-se que este estudo não teve o sentido de ir contra a utilização do recurso da Lagoa do Peri, mas o que pretendeu-se foi analisar a possibilidade de utilizá-lo de forma sustentável.

Constatou-se através do levantamento dos custos que a CASAN despende menos recursos para captar água da Lagoa do Peri, porém aplica uma tarifa uniforme para a população da região, como para todo o município. Neste caso, está havendo uma apropriação maior que poderia ser reinvestida no ambiente, visto ser uma gestão centralizada.

Além disso, recomenda-se:

- Às autoridades públicas, o desenvolvimento de um plano para a implantação do sistema de esgotamento sanitário na região, iniciando-se através de uma discussão junto à sociedade para o esclarecimento e conscientização quanto à esta necessidade;
- Os estudos relativos aos métodos multicritério e valoração econômica devem ser aprofundados e adaptados ao desenvolvimento deste estudo, aprimorando os critérios utilizados;
- Os valores levantados junto à CASAN estão dispostos em ordem de grandeza, necessitando um acompanhamento mais detalhado pela empresa para definição de valores financeiros mais acurados;
- É importante desenvolver propostas metodológicas de valoração que considerem todas as características do ambiente, visando estabelecer análises comparativas em relação aos resultados obtidos neste estudo.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21. **Conferência da Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996, p. 352.

BORGES, Sérgio Freitas. **Características Hidroquímicas do Aquífero Freático do Balneário Campeche, Ilha de Santa Catarina-SC**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996, 87 p. Dissertação (Mestrado em Geografia).

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/legisla.htm>. Acesso em: 30 jul. 2002.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 30 jul. 2002.

CABRAL, Luiz Otávio. **Bacia da Lagoa do Peri: sobre as dimensões da paisagem e seu valor**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999, 236 p. Dissertação (Mestrado em Geografia).

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Projeto do Sistema de **Abastecimento de Água Balneário da Costa Leste/Sul de Florianópolis/SC**. Florianópolis, 16 p.

\_\_\_\_\_. **Relatório Interno**. Gerência Regional de Florianópolis. Florianópolis, 1995, n.p.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Atividades 1998**. Gerência Regional de Florianópolis. Florianópolis, 1998, n.p.

CECCA - Centro de Estudos Cultura e Cidadania. **Uma Cidade numa Ilha: Relatório sobre os problemas sócio-ambientais da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Insular, 1996, p. 118.

\_\_\_\_\_. **Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Insular, 1997, p. 88-92.



EATON, B. Curtis. et al. **Microeconomia**. São Paulo: Saraiva, 1999, p. 563.

ENSSLIN, L. et al. **Apoio à Decisão**. Florianópolis: Ed. Insular, 2001, 295 p.

FATMA - FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. **Atlas Ambiental da Região de Joinville: complexo hídrico da Baía da Babitonga (Glossário)**. Maringá: Gráfica Regente, 2002, p. 137-138.

GAMA – GRUPO PARA ASSUNTOS DE MEIO AMBIENTE. **Diagnóstico Atual do Sistema de Sustentação Natural**. Florianópolis, 1986, p. 9.

GUIMARÃES, Zoraia Vargas. **Os Recursos Hídricos Utilizados para Abastecimento Populacional e o Desenvolvimento Urbano em Florianópolis**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999, 178 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental).

IPIUF – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS. **Plano Diretor do Parque da Lagoa do Peri. Relatório Final**, 1978, n.p.

\_\_\_\_\_. **Plano de Desenvolvimento Entremares: diagnóstico**. Florianópolis, 1997, p. 34.

JÚNIOR, Guilherme Xavier de Miranda. **Estudo Hidrológico da Bacia Hidrográfica e Capacidade de Reserva da Lagoa do Peri**. Florianópolis, 1998, 78 p.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 1998, 7ª ed., p. 351 e 385.

MERICO, Luiz Fernando Krieger. **Introdução à Economia Ecológica**. Blumenau: Ed. da FURB, 1996, 160 p.

MILLER, Roger Leroy. **Microeconomia: teoria, questões e aplicações**. São Paulo: Ed. McGraw-Hill, 1943, p. 439 e 451.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Utilização de Critérios Econômicos para Valorização da Água no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998, p. 1-80, (Texto para Discussão, 556).

NOGUEIRA, Jorge Madeira., MEDEIROS, Marcelino Antônio Asano de. **Valoração Econômica do Meio Ambiente: aspectos teóricos e operacionais**. Trabalho apresentado na 50 Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Natal, jul. de 1998, 30 p.

PINDYCK, Robert S., RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. São Paulo: Ed. Makron Books, 1994, 968 p.

POLI, Carlos Rogério., et al. **Levantamento da Fauna Aquática da Lagoa do Peri.** Florianópolis: UFSC/IPUF, 1978, 67 p.

PÔSSAS, Heloisa Pauli. **Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Pântano do Sul, Município de Florianópolis, SC: O Problema do Abastecimento de Água.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998, 207 p. Dissertação (Mestrado em Geografia).

LAGOA DO PERI. Produção de Alcides Dutra e Jorge Freitas. Direção de Alcides Dutra. Florianópolis: Projeto Larus-UFSC, 1994. 1 fita de vídeo (37 min.), VHS, son., color.

SANTA CATARINA (Estado). Decreto nº 1.260, de 1 de novembro de 1975. Dispõe sobre a criação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, englobando áreas nos municípios de Paulo Lopes, Palhoça, Garopaba, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho e Florianópolis, com fins de proteger o potencial hídrico, a topografia acidentada e no seu papel como habitat de várias espécies ameaçadas de extinção. **Diário Oficial [do] Estado**, Governo do Estado de Santa Catarina, SC, 07 nov. 1975.

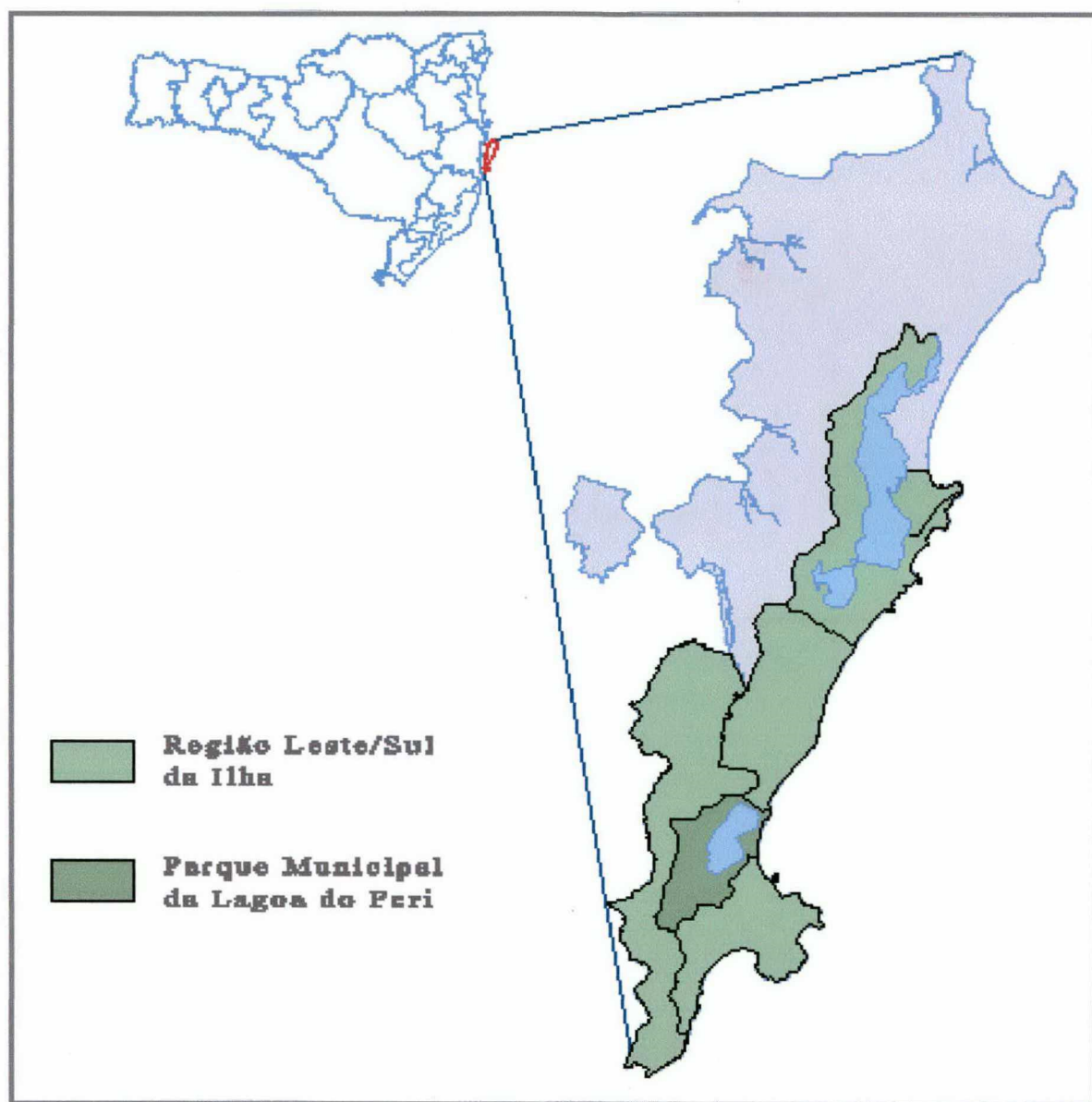
SILVA, Abigail Ávila de Souza da. **Parque Municipal da Lagoa do Peri: Subsídios para o Gerenciamento Ambiental.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000, p. 41. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

SIMONASSI, José Carlos. **Caracterização da Lagoa do Peri, Através da Análise de Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos, como Subsídio ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001, 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

SOCIOAMBIENTAL Consultores Associados Ltda. **Dinâmica Demográfica da Região Compreendida pelo Projeto do S.A.A. Costa Leste-Sul Florianópolis/SC.** Florianópolis, set. de 1998, 20 p. Relatório elaborado para estimativa da população fixa e flutuante na porção leste e sul da Ilha de Santa Catarina.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 – Mapa de Localização da Região de Estudo



Elaboração: Engº Marcelo Teixeira Moreira



## ANEXO 2 – Fotos



Foto 1 - Vista panorâmica da Lagoa do Peri. Fonte: IPUF.



Foto 2 - Vista da estação de pesquisa da UFSC.





Foto 3 - Vista do pavilhão à direita da Estação de Tratamento (ETA) e à esquerda do reservatório.



Foto 4 - Vista panorâmica do conjunto de bombeamento da lagoa para a Estação.





Foto 5 - Vista do canal extravasor da Lagoa do Peri.



Foto 6 - Vista da mureta que circunda a bordo leste da Lagoa do Peri.





Foto 7 - Vista do ponto inicial da tubulação de captação de água da CASAN.



Foto 8 - Vista aérea de captação, comporta e do sangrador da Lagoa do Peri.

ANEXO 3 – MÉTODO MULTICRITÉRIO

Primeiramente se faz necessário a construção de um descritor, o qual é um conjunto de níveis de impacto ou atributos, que são ordenados por preferências entre o pior e o melhor nível. O melhor nível é aquele considerado pelos decisores como o “melhor viável”, e o pior nível é aquele considerado como o “pior admissível” (tabela 8).

Tabela 8 – Descritor do PVE Imagem no Mercado

Descritor do PVE 3.2 – Imagem no Mercado		
Níveis de Impacto	Níveis de Preferência	Descrição
N <sub>5</sub>		Carro importado de origem alemã
N <sub>4</sub>	Bom	Carro importado de origem americana
N <sub>3</sub>		Carro importado de origem japonesa
N <sub>2</sub>	Neutro	Carro nacional de luxo
N <sub>1</sub>		Carro nacional básico

Fonte: Ensslin et al (2001, p. 191)

Após atribui-se valores a cada nível através da construção de funções de valor. Aos níveis N<sub>1</sub> e N<sub>5</sub> foram atribuídos valores 0 e 100, respectivamente. Neste caso o facilitador utilizou o método da pontuação direta para construir a função de valor referente ao descritor acima. A partir de então, o decisor é questionado para analisar os demais níveis de impacto. Portanto, o facilitador lhe pergunta: “Se um carro importado alemão tem um valor de 100 pontos, quantos pontos vale um carro importado americano?” (ibid., p. 191-192). Isto é feito sucessivamente para todos os carros, e o resultado para tal questionamento poderia ser:

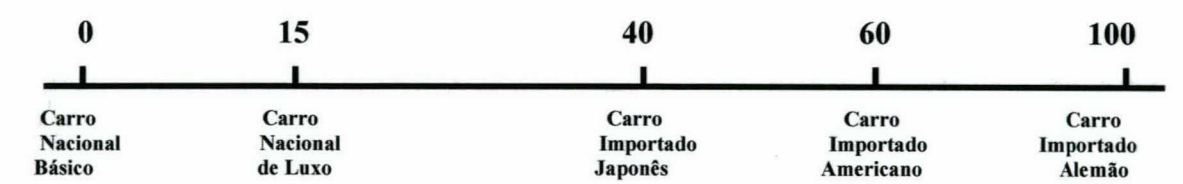


Figura 11 – Escala que Representa a Função de Valor do Decisor.  
Fonte: Ensslin et al (2001, p. 192)



Após a definição dos Pontos de Vista Fundamentais, pode-se iniciar a construção de um modelo multicritério. Para isso, se faz necessário a construção de um critério que possibilite a mensuração da performance de cada ação avaliada em cada ponto de vista. Para a construção de um critério são necessárias duas ferramentas: um descritor e uma função de valor associada ao descritor.

Para Ensslin et al (Id., p. 192), as principais vantagens do método da pontuação direta são: obtenção da função de valor de forma rápida, simplicidade do procedimento e a ausência de transformações matemáticas que possam afetar a credibilidade, para os decisores, quanto os resultados obtidos. A desvantagem do método é exigir que os decisores expressem suas preferências através de números, sendo uma forma não natural de raciocínio, podendo resultar funções de valor em desacordo com suas preferências.

Após as estimativas das escalas das funções de valor para cada descritor, deve-se fixar o valor da escala referente ao nível Neutro em 0 e do nível Bom em 100. O objetivo desta transformação é ancorar a faixa de variação das funções de valor, para que o nível Bom ou o nível Neutro, tenha atratividade equivalente em todos os descritores. Outro objetivo é fazer com que as taxas de substituição (“pesos”) sejam consideradas como fatores de escala, requerendo a ancoragem para a determinação dos parâmetros. Para a conversão é usada uma transformação linear positiva:

$$v(.) = a.m(.) + b$$

onde:

$m(.)$  = função de valor (escala de intervalos) original

$v(.)$  = função transformada

$a$  e  $b$  = duas constantes (sendo  $a$ , uma constante positiva)

Abaixo segue a aplicação do procedimento para efetuar a transformação, utilizando o PVE – Imagem no mercado (tabela 9) do exemplo da compra de um carro.



Tabela 9 – Níveis de Impacto e Função de Valor Original do PVE 3.2 – Imagem no Mercado.

Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Função de valor original $\mu ( . )$
5		100
4	Bom	60
3		40
2	Neutro	15
1		0

Fonte: Elaboração própria, baseada em Ensslin et al (2001).

Na função de valor original tem-se:

Nível Bom:  $\alpha.\mu (N4) + \beta = v (N4)$

$\alpha.60 + \beta = 100 (1)$

Nível Neutro:  $\alpha.\mu (N2) + \beta = v (N2)$

$\alpha.15 + \beta = 0 (2)$

O sistema de equações acima, pode ser resolvido pelo método da substituição, isolando  $\beta$ , têm-se:

$\beta = - \alpha.15 (3)$

Substituindo-se (3) na equação (1):

$\alpha.60 - 15.\alpha = 100$

$45.\alpha = 100$

$\alpha = 100 / 45$

$\alpha = 2,22$

Para encontrar o valor de  $\beta$ , substitui-se o valor de  $\alpha$  em (3):

$\beta = - 2,22.15$

$\beta = - 33,3$

Agora, utiliza-se os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  encontrados para calcular a nova escala  $v(.)$ :

$$v(N5) = \alpha \cdot \mu(N5) + \beta = 2,22.100 + (-33,3) = 188,7$$

$$v(N4) = \alpha \cdot \mu(N4) + \beta = 2,22.60 + (-33,3) = 100$$

$$v(N3) = \alpha \cdot \mu(N3) + \beta = 2,22.40 + (-33,3) = 56$$

$$v(N2) = \alpha \cdot \mu(N2) + \beta = 2,22.15 + (-33,3) = 0$$

$$v(N1) = \alpha \cdot \mu(N1) + \beta = 2,22.0 + (-33,3) = -33,3$$

Então, tem-se uma nova tabela com os níveis de impacto e função de valor transformada  $v(.)$ , (vide tabela 10).

Tabela 10 – Níveis de Impacto e Função de Valor Transformada do PVE 3.2 – Imagem no Mercado.

Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Função de valor transformada $v(.)$
5		188,7
4	Bom	100
3		56
2	Neutro	0
1		-33,3

Fonte: Elaboração própria, baseada em Ensslin et al (2001).

A partir da determinação da função de valor associada a um descritor, deve-se levar em consideração que foi construído um critério de avaliação dados PVFs<sup>15</sup>, ou um sub-critério, quando tratar-se de um PVE<sup>16</sup>. Com isto, é possível mensurar-se a performance das ações (ibid., p. 205).

Após a definição dos critérios de um modelo, agrega-se as informações para obter-se uma avaliação global. Para tanto, utiliza-se as taxas de substituição, as quais expressam, conforme o julgamento dos decisores, a perda de performance que uma ação potencial

<sup>15</sup> Pontos de Vista Fundamentais, os quais avaliam um critério.

<sup>16</sup> Ponto de Vista Elementar, o qual avalia um sub-critério.

sofre em um critério para compensar o ganho em outro. Tais taxas de substituição também são conhecidas como “pesos” (ibid., p. 217).

Dentre vários métodos existentes para determinar as taxas de substituição, Ensslin et al (Id., p. 220) selecionaram apenas três: Trade-Off, Swing Weights e Comparação Par a Par. Será abordado somente o método Swing Weights, o qual inicia-se a partir de uma ação fictícia com a performance no nível de impacto Neutro para todos os critérios do modelo. Os decisores podem escolher um critério para que a performance da ação fictícia melhore o nível de impacto Bom. Tal procedimento é chamado de “salto” (swing) e para este atribui-se 100 pontos. E assim é feito sucessivamente, até que se defina a ordem de todas as passagens do nível Neutro para o Bom. Os valores são re-escalonados, variando entre 0 e 1, obtendo-se então as taxas de substituição (ibid., p. 224-225).

Para ilustrar o procedimento, serão utilizadas as pontuações dadas na figura 11.

Carro importado Alemão	100 pontos
Carro importado Americano	60 pontos
Carro importado Japonês	40 pontos
Carro nacional de luxo	15 pontos
Carro nacional básico	0 pontos

Para que a soma destes valores seja igual a 1, divide-se os pontos de cada um dos saltos pelo somatório total dos pontos:

$$\text{Somatório total dos pontos} = 100 + 60 + 40 + 15 + 0 = 215$$

Desta forma, as taxas de substituição dos critérios serão:

$$W1 = 100 / 215 = 0,46 \text{ ou } 46\%$$

$$W2 = 60 / 215 = 0,28 \text{ ou } 28\%$$

$$W3 = 40 / 215 = 0,19 \text{ ou } 19\%$$

$$W4 = 15 / 215 = 0,07 \text{ ou } 7\%$$

$$W5 = 0 / 215 = 0$$



ANEXO 4 - CENÁRIOS

Cenário 1 – Mananciais Pilões/Cubatão, com tratamento de esgoto

Levantamento dos Investimentos para Implantação do Sistema de Abastecimento de Água e Tratamento de Esgoto

Água	Material para distribuição de água	Qtd. em metros lineares	Custo/metro linear	
	Adutora de FºFº, DN 400 mm	40.000	191,83	
	Sub-adutora FºFº, DN 250 mm	30.000	104,19	
	Rede de distribuição, DN 50 mm	290.000	16,11	
	Cálculo dos custos de produção e distribuição da rede de água			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Rede de distribuição:			
	Comprimento da Rede *	290.000	377.000	490.100
	Custo Rede :			
	Incremento/década	4.671.900,00	1.401.570,00	1.822.041,00
	Total cumulativo	4.671.900,00	6.073.470,00	7.895.511,00
	Sub-adutora:			
	Comprimento da sub-adutora	30.000	39.000	50.700
	Custo da sub-adutora	3.125.700,00	4.063.410,00	5.282.433,00
	Subtotal da distribuição	7.797.600,00	5.464.980,00	7.104.474,00
	Cálculo dos custos de transporte da água de Pilões/Cubatão até a região leste/sul da ilha			
Esgoto	Adutora			
	Comprimento da Adutora	40.000	40.000	40.000
	Custo da Adutora	7.673.200,00	7.673.200,00	7.673.200,00
	Custos de obras/instalações, estação de tratamento de água, captação e reservatórios **	13.000.000,00	4.000.000,00	17.000.000,00
	Total de Investimento/década	28.470.800,00	17.138.180,00	31.777.674,00
	Cálculo dos custos para o tratamento de esgoto ***			
	Custos de obras/instalações e estação de tratamento de esgoto.	26.000.000,00	8.000.000,00	34.000.000,00
	Rede de coleta de esgoto	23.392.800,00	16.394.940,00	21.313.422,00
	Total de Investimento/década	49.392.800,00	24.394.940,00	55.313.422,00
Total dos Investimento/década do sistema de distribuição e tratamento de água e coleta e tratamento de esgoto		77.863.600,00	41.533.120,00	87.091.096,00
Total dos Investimentos				206.487.816,00



Levantamento dos Valores Cobrados pela CASAN pela Distribuição e Tratamento de Água e Estimativa da Cobrança pela Coleta e Tratamento de Esgoto

Água	Dados de Faturamento			
	Valor médio m3 de água cobrado pela CASAN (R\$)		1,56	
	Volume médio anual faturado de água em m3		3.115.494	
	Valor médio do faturamento anual (R\$)		4.860.170,64	
	Projeção de Faturamento de Água			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
Valor do faturamento estimado (R\$)	4.860.170,64	95.564.856,09	134.787.877,71	
Total faturamento em 20 anos			235.212.904,44	
Esgoto	Projeção de Faturamento de Esgoto			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Valor do faturamento estimado (R\$)	4.860.170,64	95.564.856,09	134.787.877,71
	Valor médio do faturamento anual	3.888.136,51	76.451.884,87	107.830.302,17
	Total faturamento em 20 anos			188.170.323,55
Total faturamento água + esgoto				423.383.227,99

Fonte: CASAN, 2002.

\* O comprimento da rede de distribuição de água para 2010 e 2020 segue uma taxa de crescimento de 30%.

\*\* a) Em 2000, o custo de todas as obras e instalações para construção de uma ETA-Estação de Tratamento de Água. b) Em 2010, para ampliar a capacidade da mesma ETA (2000) para atender a demanda projetada. c) Em 2020, custo para construir uma ETA adicional para atender a demanda projetada.

\*\*\* O tratamento de esgoto custa duas vezes o valor da ETA e a rede coletora custa três vezes o valor da rede de distribuição de água.

Cenário 2 – Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto

Levantamento dos Investimentos para Implantação do Sistema de Abastecimento de Água e Tratamento de Esgoto				
Água	Material para distribuição de água	Qtd. em metros lineares	Custo/metro linear	
	Sub-adutora FºFº, DN 250 mm	30.000	104,19	
	Rede de distribuição, DN 50 mm	290.000	16,11	
	Estações de bombeamento no subsolo			
	Poços - Custo Unitário	50000		
	Vazão Unitária (l/s)	20		
	Cálculo dos custos de produção e distribuição da rede de água			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Rede de distribuição:			
	Comprimento da Rede *	290.000	377.000	490.100
	Custo Rede :			
	Incremento/década	4.671.900,00	1.401.570,00	1.822.041,00
	Total cumulativo	4.671.900,00	6.073.470,00	7.895.511,00
	Sub-adutora:			
	Comprimento da sub-adutora	30.000	39.000	50.700
	Custo da sub-adutora	3.125.700,00	4.063.410,00	5.282.433,00
	Subtotal da distribuição	7.797.600,00	5.464.980,00	7.104.474,00
	Cálculo dos custos de implantação de poços e infra-estrutura			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Número de Poços	12	11	9
	Vazão Requerida	230,00	452,25	637,86
	Custos de obras/instalações e reservatórios **	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00
	Custo de construção dos poços	600.000,00	550.000,00	450.000,00
	Total de Investimento/década	12.397.600,00	10.014.980,00	11.554.474,00
Esgoto	Cálculo dos custos para o tratamento de esgoto ***			
	Custos de obras/instalações e estação de tratamento de esgoto.	26.000.000,00	8.000.000,00	34.000.000,00
	Rede de coleta de esgoto	23.392.800,00	16.394.940,00	21.313.422,00
	Total de Investimento/década	49.392.800,00	24.394.940,00	55.313.422,00
Total dos Investimento/década do sistema de distribuição e tratamento de água e coleta e tratamento de esgoto		61.790.400,00	34.409.920,00	66.867.896,00
Total dos Investimentos				163.068.216,00

Levantamento dos Valores Cobrados pela CASAN pela Distribuição e Tratamento de Água e Estimativa da Cobrança pela Coleta e Tratamento de Esgoto

Água	Dados de Faturamento			
	Valor médio m3 de água cobrado pela CASAN (R\$)			1,56
	Volume médio anual faturado de água em m3			3.115.494
	Valor médio do faturamento anual (R\$)			4.860.170,64
	Projeção de Faturamento de Água			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Valor do faturamento estimado (R\$)	4.860.170,64	95.564.856,09	134.787.877,71
Total faturamento em 20 anos			235.212.904,44	
Esgoto	Projeção de Faturamento de Esgoto			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Valor do faturamento estimado (R\$)	4.860.170,64	95.564.856,09	134.787.877,71
	Valor médio do faturamento anual	3.888.136,51	76.451.884,87	107.830.302,17
	Total faturamento em 20 anos			188.170.323,55
Total faturamento água + esgoto				423.383.227,99

Fonte: CASAN, 2002.

\* O comprimento da rede de distribuição de água para 2010 e 2020 segue uma taxa de crescimento de 30%.

\*\* a) Em 2000, o custo de todas as obras, instalações e reservatório para o sistema de abastecimento.  
b) Em 2010, para ampliar a capacidade dos equipamentos do sistema (2000) para atender o aumento de demanda.

\*\*\* O tratamento de esgoto custa duas vezes o valor de uma Estação de Tratamento de Água, e a rede coletora custa três vezes o valor da rede de distribuição de água.



### Cenário 3 - Lagoa do Peri vazão 200 l/s com o complemento do Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto

#### Levantamento dos Investimentos para Implantação do Sistema de Abastecimento de Água e Tratamento de Esgoto

	Material para distribuição de água	Qtd. em metros lineares	Custo/metro linear	
Água	Sub-adutora FºFº, DN 250 mm	30.000	104,19	
	Rede de distribuição, DN 50 mm	290.000	16,11	
	Estações de bombeamento no subsolo			
	Poços - Custo Unitário	50.000,00		
	Vazão Unitária (l/s)	20		
	Cálculo dos custos de produção e distribuição da rede de água			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Rede de distribuição:			
	Comprimento da Rede *	290.000	377.000	490.100
	Custo Rede :			
	Incremento/década	4.671.900,00	1.401.570,00	1.822.041,00
	Total cumulativo	4.671.900,00	6.073.470,00	7.895.511,00
	Sub-adutora:			
	Comprimento da sub-adutora	30.000	39.000	50.700
	Custo da sub-adutora	3.125.700,00	4.063.410,00	5.282.433,00
	<b>Subtotal da distribuição</b>	<b>7.797.600,00</b>	<b>5.464.980,00</b>	<b>7.104.474,00</b>
	Cálculo dos custos de implantação da ETA da Lagoa do Peri, de poços e infra-estrutura			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Número de Poços	2	11	9
	Vazão Requerida	230,00	452,25	637,86
	Custos de obras/instalações e reservatórios **	13.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00
	Custo de construção dos poços	100.000,00	550.000,00	450.000,00
	<b>Total de Investimento/década</b>	<b>20.897.600,00</b>	<b>10.014.980,00</b>	<b>11.554.474,00</b>
Esgoto	Cálculo dos custos para o tratamento de esgoto ***			
	Custos de obras/instalações e estação de tratamento de esgoto.	26.000.000,00	8.000.000,00	34.000.000,00
	Rede de coleta de esgoto	23.392.800,00	16.394.940,00	21.313.422,00
	<b>Total de Investimento/década</b>	<b>49.392.800,00</b>	<b>24.394.940,00</b>	<b>55.313.422,00</b>
<b>Total dos Investimento/década do sistema de distribuição e tratamento de água e coleta e tratamento de esgoto</b>		<b>70.290.400,00</b>	<b>34.409.920,00</b>	<b>66.867.896,00</b>

**Total dos Investimentos**

**171.568.216,00**



Levantamento dos Valores Cobrados pela CASAN pela Distribuição e Tratamento de Água e Estimativa da Cobrança pela Coleta e Tratamento de Esgoto

Água	Dados de Faturamento			
	Valor médio m3 de água cobrado pela CASAN (R\$)			1,56
	Volume médio anual faturado de água em m3			3.115.494
	Valor médio do faturamento anual (R\$)			4.860.170,64
	Projeção de Faturamento de Água			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Valor do faturamento estimado (R\$)	4.860.170,64	95.564.856,09	134.787.877,71
Esgoto	Total faturamento em 20 anos			235.212.904,44
	Projeção de Faturamento de Esgoto			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Valor do faturamento estimado (R\$)	4.860.170,64	95.564.856,09	134.787.877,71
	Valor médio do faturamento anual	3.888.136,51	76.451.884,87	107.830.302,17
	Total faturamento em 20 anos			188.170.323,55
Total faturamento água + esgoto				423.383.227,99

Fonte: CASAN, 2002.

\* O comprimento da rede de distribuição de água para 2010 e 2020 segue uma taxa de crescimento de 30%.

- \*\* a) Em 2000, o custo de todas as obras, instalações e reservatório para o sistema de abastecimento.  
b) Em 2010, para ampliar a capacidade dos equipamentos do sistema (2000) para atender o aumento de demanda.

\*\*\* O tratamento de esgoto custa duas vezes o valor de uma Estação de Tratamento de Água, e a rede coletora custa três vezes o valor da rede de distribuição de água.

## Cenário 4 – Lagoa do Peri vazão 400 l/s com o complemento do Aquífero Campeche (poços), com tratamento de esgoto

### Levantamento dos Investimentos para Implantação do Sistema de Abastecimento de Água e Tratamento de Esgoto

	Material para distribuição de água	Qtd. em metros lineares	Custo/metro linear	
Água	Sub-adutora F°F°, DN 250 mm	30.000	104,19	
	Rede de distribuição, DN 50 mm	290.000	16,11	
	Estações de bombeamento no subsolo			
	Poços - Custo Unitário	50.000,00		
	Vazão Unitária (l/s)	20		
	Cálculo dos custos de produção e distribuição da rede de água			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Rede de distribuição:			
	Comprimento da Rede *	290.000	377.000	490.100
	Custo Rede :			
	Incremento/década	4.671.900,00	1.401.570,00	1.822.041,00
	Total cumulativo	4.671.900,00	6.073.470,00	7.895.511,00
	Sub-adutora:			
	Comprimento da sub-adutora	30.000	39.000	50.700
	Custo da sub-adutora	3.125.700,00	4.063.410,00	5.282.433,00
	<b>Subtotal da distribuição</b>	<b>7.797.600,00</b>	<b>5.464.980,00</b>	<b>7.104.474,00</b>
	Cálculo dos custos de implantação da ETA da Lagoa do Peri, de poços e infra-estrutura			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Número de Poços	2	1	9
	Vazão Requerida	230,00	452,25	637,86
	Custos de obras/instalações e reservatórios **	13.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00
	Custo de construção dos poços	100.000,00	50.000,00	450.000,00
	<b>Total de Investimento/década</b>	<b>20.897.600,00</b>	<b>9.514.980,00</b>	<b>11.554.474,00</b>
Esgoto	Cálculo dos custos para o tratamento de esgoto ***			
	Custos de obras/instalações e estação de tratamento de esgoto.	26.000.000,00	8.000.000,00	34.000.000,00
	Rede de coleta de esgoto	23.392.800,00	16.394.940,00	21.313.422,00
	<b>Total de Investimento/década</b>	<b>49.392.800,00</b>	<b>24.394.940,00</b>	<b>55.313.422,00</b>
<b>Total dos Investimento/década do sistema de distribuição e tratamento de água e coleta e tratamento de esgoto</b>		<b>70.290.400,00</b>	<b>33.909.920,00</b>	<b>66.867.896,00</b>
<b>Total dos Investimentos</b>				<b>171.068.216,00</b>



Levantamento dos Valores Cobrados pela CASAN pela Distribuição e Tratamento de Água e Estimativa da Cobrança pela Coleta e Tratamento de Esgoto

Água	Dados de Faturamento			
	Valor médio m3 de água cobrado pela CASAN (R\$)			1,56
	Volume médio anual faturado de água em m3			3.115.494
	Valor médio do faturamento anual (R\$)			4.860.170,64
	Projeção de Faturamento de Água			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Valor do faturamento estimado (R\$)	4.860.170,64	95.564.856,09	134.787.877,71
	Total faturamento em 20 anos			235.212.904,44
Esgoto	Projeção de Faturamento de Esgoto			
	Anos	2000	2010	2020
	População	86.433	169.952	239.706
	Valor do faturamento estimado (R\$)	4.860.170,64	95.564.856,09	134.787.877,71
	Valor médio do faturamento anual	3.888.136,51	76.451.884,87	107.830.302,17
	Total faturamento em 20 anos			188.170.323,55
Total faturamento água + esgoto				423.383.227,99

Fonte: CASAN, 2002.

\* O comprimento da rede de distribuição de água para 2010 e 2020 segue uma taxa de crescimento de 30%.

- \*\* a) Em 2000, o custo de todas as obras, instalações e reservatório para o sistema de abastecimento.  
b) Em 2010, para ampliar a capacidade dos equipamentos do sistema (2000) para atender o aumento de demanda.

\*\*\* O tratamento de esgoto custa duas vezes o valor de uma Estação de Tratamento de Água, e a rede coletora custa três vezes o valor da rede de distribuição de água.

## **ANEXO 5 - Memória de Cálculo**

Os cálculos efetuados nos cenários seguem abaixo:

1. Levantou-se os custos da rede de distribuição e transporte de água tratada.
2. Foram considerados o tempo no horizonte de 0, 10 e 20 anos.
3. A projeção da população foi obtida através da tabela 4.

### **Sistema de abastecimento de água:**

O comprimento da rede e sub-adutoras foram estimados pelos técnicos da CASAN com um aumento proporcional a uma taxa de 30% por década.

O cálculo do custo da adutora foi estimado sobre um comprimento de 40 km, desde os mananciais Pilões/Cubatão até a região de estudo.

Os custos das obras/instalações da estação de tratamento de água e componentes principais da rede foram levantados junto à CASAN, conforme os valores apresentados nos cenários.

Para o cenário onde o sistema baseia-se apenas na captação de água através de poços, sobre uma estimativa de consumo de 230 l/s para o ano de 2000 (Dados Técnicos da CASAN), e que cada poço produz em média 20 l/s, foram calculadas as demandas necessárias através da projeção da população. Assim, obteve-se a quantidade de poços para suprir tal demanda.

Para todos os cenários os custos da rede de distribuição de água e sub-adutoras foram obtidos através da quantidade em metros lineares vezes o custo por metro linear. O valor total da rede de distribuição para cada década é resultado do incremento por década mais o custo da sub-adutora.

Para o cenário 1, obteve-se o total do investimento por década através do subtotal da rede de distribuição de água mais os custos da adutora mais os custos de obras/instalações, estação de tratamento de água, captação e reservatórios.

Para os cenários 2, 3 e 4, obteve-se o total do investimento por década através do subtotal da rede de distribuição de água mais os custos de obras/instalações e reservatórios mais custos de construção dos poços. Ressalvando que nos cenários 3 e 4 para a primeira



década estão inclusos os valores de implantação da estação de tratamento de água na Lagoa do Peri.

### **Sistema de tratamento de esgoto:**

Segundo a estimativa dos técnicos da CASAN, os custos das obras/instalações da estação de tratamento de esgoto seguem da ordem de duas vezes o valor da estação de tratamento de água. Já para a rede coletora de esgotos seguem da ordem de três vezes o valor da rede de distribuição da água.

### **Faturamento de Água:**

Foram levantados os valores médios do metro cúbico de água fornecidos pela CASAN, ou seja R\$ 1,56. O volume médio anual faturado em metros cúbicos. A partir destes valores foi possível determinar o valor médio do faturamento anual, projetando-se estes valores de acordo com o crescimento populacional, o consumo de água é diretamente proporcional a esta variação.

### **Faturamento de Esgoto:**

O faturamento do esgoto foi aplicado um fator de 80% sobre o valor da tarifa de água.